I

Der Chilisalpeter,

seine Bedeutung und Anwendung als Düngemittel.

Eine preisgekrönte Schrift

von

Dr. A. Stutzer,

Vorstand der landwirthschaftlichen Versuchsstation Bonn.

Auf Grundlage der Arbeiten des Preisrichtercomités, sowie unter theilweiser Berücksichtigung der gleichfalls prämiirten Concurrenzschrift von Prof. A. Damseaux zu Gembloux

bearbeitet und herausgegeben

von

Prof. Dr. **Paul Wagner,**

Vorstand der landwirthschaftlichen Versuchsstation Darmstadt.

Darmstadt.

C. F. Winter'sche Buchdruckerei.

1886.

Der Chilisalpeter,

seine Bedeutung und Anwendung als Düngemittel.

Eine preisgekrönte Schrift

von

Dr. A. Stutzer,

Vorstand der landwirthschaftlichen Versuchsstation Bonn.

Auf Grundlage der Arbeiten des Preisrichtercomités, sowie unter theilweiser Berücksichtigung der gleichfalls prämiirten Concurrenzschrift von Prof. A. Damseaux zu Gembloux

bearbeitet und herausgegeben

von

Prof. Dr. **Paul Wagner,**

Vorstand der landwirthschaftlichen Versuchsstation Darmstadt.

Darmstadt.

C. F. Winter'sche Buchdruckerei.

1886.

Vorwort.

In Verfolg der im Frühjahr 1885 vom Comité der vereinigten Salpeterproducenten an der Westküste von Südamerika (Comité Salitrero zu Iquique-Chile) ausgeschriebenen Preisconcurrenz über die beste gemeinverständliche Schrift,

Die Bedeutung und die Anwendung des Chilisalpeters als Düngemittel

behandelnd, haben die nachverzeichneten Preisrichter:

Prof. Dr. L. Grandeau, Nancy-Frankreich,
Prof. Dr. Adolf Mayer, Wageningen-Holland,
Prof. Dr. A. Petermann, Gembloux-Belgien,
Prof. G. Thoms, Riga-Rußland,
Prof. Dr. Paul Wagner, Darmstadt-Deutschland,
R. Warington, Rothamsted, St.-Albans-England,

eine Prüfung der eingegangenen

13 in deutscher Sprache,
13 in englischer Sprache,
4 in französischer Sprache

verfaßten Concurrenzschriften vorgenommen und haben zuerkannt:

1) der Arbeit mit dem Motto:

„Grau, theurer Freund, ist alle Theorie“

einen Theilpreis von Lstr. 350 (7000 Mk.),

2) der Arbeit mit dem Motto:

«Pour pratiquer l'agriculture . . . .»

einen Theilpreis von Lstr. 150 (3000 Mk).

Nach Eröffnung der begleitenden Couverte hat sich als Verfasser der ersteren Arbeit:

Herr Dr. A. Stutzer, Vorstand der landw. Versuchsstation Bonn,

und als Verfasser der zweiten Arbeit:

Herr Adolphe Damseaux, Professor an der landw. Akademie zu Gembloux (Belgien),

ergeben. —

Die hier zur Ausgabe gelangende Schrift ist die mit dem ersten Preise gekrönte. Sie ist vom Unterzeichneten in der Absicht bearbeitet worden, dem Landwirth in möglichst knapper, möglichst leichtverständlicher und übersichtlicher Form die Bedeutung der Stickstoffdüngung vor Augen zu führen und auf Grund der bisherigen wissenschaftlichen und praktischen Erfahrungen eine kurze Anleitung zum Gebrauch des Chilisalpeters zu bieten. Die Bearbeitung ist zugleich auf Grund der kritischen Studien des oben genannten Preisrichtercomités geschehen und es hat die im Buchhandel separat erscheinende, gleichfalls prämiirte Concurrenzschrift von Prof. A. Damseaux eine theilweise Berücksichtigung dabei gefunden.

Das reiche literarische Material, welches von Dr. Stutzer zusammengetragen und verarbeitet worden ist, konnte in der vorliegenden Broschüre nicht weiter als nur in seinen Durchschnittsergebnissen Platz finden, die im Anhang (Tabellen 1—9 und I—IX) zusammengestellt worden sind. Eine ausführlichere Mittheilung und Besprechung der „literarischen Belege“ wird demnächst in einer weiteren Publikation erfolgen.

P. Wagner.

I.

Die Stickstoffdüngung der Pflanzen unter specieller Berücksichtigung des Chilisalpeters.

1. Ist der Stickstoff ein nothwendiger Pflanzennährstoff?

Die Forschung auf dem Gebiete der Pflanzenernährung ist während der letzten fünfzig Jahre von bedeutenden Erfolgen begleitet gewesen. Die chemische Analyse im Verein mit sorgfältig ausgeführten Pflanzenernährungsversuchen hat uns die Stoffe kennen gelehrt, welche die Pflanze aus Luft und Boden in sich aufnimmt, um aus ihnen mit Hülfe von Sonnenlicht und Sonnenwärme die sogenannte „organische Substanz", die mannigfaltig zusammengesetzten Stoffe zu bilden, aus welchen der Pflanzenorganismus sich aufbaut.

Unterwerfen wir Blätter, Holz oder Wurzeln irgend einer Pflanze einer chemischen Untersuchung, so finden wir regelmäßig darin enthalten:

Wasser,	Kali,	Schwefelsäure,
Kohlenstoff,	Kalk,	Chlor,
Stickstoff,	Magnesia,	Natron,
Phosphorsäure,	Eisenoxyd,	Kieselsäure.

Diese zwölf Stoffe kommen bald in größerer, bald in geringerer Menge in der Pflanze vor. Müssen nun aber — so fragen wir — alle diese Stoffe als unentbehrlich für die Pflanzen, müssen sie als wirkliche „Pflanzennährstoffe" be=

zeichnet werden, oder ist es der Kulturpflanze möglich, normal zu gedeihen, sich üppig zu entwickeln, auch wenn der eine oder der andere derselben ihr nicht zur Verfügung steht?

Über diese höchst wichtige Frage konnte die chemische Analyse keinen Aufschluß geben. Ernährungsversuche mit Pflanzen mußten ausgeführt werden, um zu untersuchen, welche Stoffe für die Wachsthumsvorgänge nothwendig sind, welche dagegen entbehrt werden können.

Man hat Pflanzen in reinem Quarzsand gezogen und den Sand mit Wasser getränkt, in welchem alle oben genannten Stoffe mit Ausschluß eines einzigen derselben, mit Ausschluß des Kalis oder der Phosphorsäure oder des Kalks ꝛc. enthalten waren, und hat somit geprüft, ob es der Pflanze möglich sei, bei vollkommener Abwesenheit von Kali oder von Phosphorsäure oder Kalk sich zu entwickeln. Nach einer anderen Methode (sogenannte Wasserkulturmethode) hat man sogar jedes feste Bodenmaterial fehlen lassen; man hat die Pflanzen künstlich befestigt und ihre Wurzeln in Wasser tauchen lassen, in welchem bald sämmtliche durch die Analyse ermittelten Stoffe aufgelöst waren, bald der eine oder der andere dieser Stoffe fehlte, und es ist gelungen, mit Hülfe dieser beiden Methoden zu Resultaten zu gelangen, welche in überraschender Weise den unzweideutigsten Aufschluß über die Nothwendigkeit oder die Entbehrlichkeit jedes einzelnen unorganischen Bestandtheils der Pflanzen erbracht haben.

Nicht jeder der oben aufgeführten Stoffe — so haben die Versuche es ergeben — ist als ein für die Pflanze unentbehrlicher zu bezeichnen. In jedem Grashalm z. B. findet sich Kieselsäure; das Gras aber wächst normal, auch wenn man ihm eine Nahrung bietet, die vollkommen frei von Kieselsäure ist. Das Gleiche ist mit dem Natron der Fall. Auch das Natron ist ein Stoff, den man zwar in jeder Pflanze findet, den die landwirthschaftliche Kulturpflanze aber nicht nöthig hat, um

normal zu wachsen, der also nicht zu den eigentlichen Nährstoffen der Pflanze gerechnet werden kann. Anders dagegen verhält es sich mit den in obiger Reihe zuerst aufgeführten 9 Stoffen, unter denen sich — um auf die in der Ueberschrift gestellte Frage zurückzukommen — auch der Stickstoff befindet. Wasser, Kohlenstoff, Stickstoff, Phosphorsäure, Kali, Kalk, Magnesia, Eisenoxyd und Schwefelsäure sind wirkliche Pflanzennährstoffe, sie sind das Bildungsmaterial für die Pflanzensubstanz, sie alle sind für das Pflanzenleben unentbehrlich, denn fehlt ein einziger derselben, so ist eine Ernährung der Pflanze, so ist die Erzeugung von organischer Substanz, das eigentliche „Wachsen" der Pflanze ganz unmöglich.

Der Stickstoff also, von welchem eine Weizenernte 50 Kilo, eine Erbsenernte 100 Kilo, eine Rothkleeernte 200 Kilo pro Hektar enthält, ist kein zufälliger oder nebensächlicher Bestandtheil der Pflanze, sondern er ist ein Stoff, der genau so wenig entbehrlich für die landwirthschaftliche Kulturpflanze ist, als Sonnenschein und Regen, ein Stoff, der ein wesentliches Bildungsmaterial für Wurzeln, Blätter, Holz und Früchte ist und zugleich ein Bestandtheil desjenigen organischen Stoffes, nämlich des Protein, dessen Erzeugung direkter Zweck der Pflanzenkultur ist.

2. Verlangt die Pflanze einen Stickstoffvorrath im Boden?

Wenn im Abschnitt 1 gesagt wurde, daß eine Pflanze ohne Stickstoff nicht leben könne, es ihr absolut unmöglich sei, ohne Stickstoffaufnahme zu wachsen, so folgt daraus noch nicht, daß sie eines Stickstoffvorrathes im Boden bedarf. Genau so nothwendig, als der Stickstoff, ist einer jeden Kulturpflanze beispielsweise auch die Kohlensäure. Aber verlangt die Pflanze, daß der Boden Kohlensäure enthalte? Nein. Man hat Pflanzen in wässeriger Nährstofflösung vegetiren lassen, welche keine Spur von Kohlensäure enthielt, und man hat Pflanzen in vollkommen

humusfreiem Sande, in welchem also kein kohlensäurebildendes Material enthalten war, gezogen, und in beiden Fällen sind vollkommen normal entwickelte Pflanzen erzielt worden, woraus folgt, daß die Pflanze fähig ist, alle Kohlensäure, deren sie bedarf, durch ihre Blätter aufzunehmen, ihren gesammten Kohlensäurebedarf aus der atmosphärischen Luft zu decken und eines Kohlensäurevorrathes im Boden vollständig zu entbehren.

Etwas anderes aber ist es mit dem Stickstoff. Sandkultur- und Wasserkulturversuche haben in vollkommener Uebereinstimmung und in unwiderleglicher Weise das Resultat erbracht, daß eine Pflanze absolut nicht wachsen kann, wenn nicht ihren Wurzeln Stickstoffnahrung geboten wird. Eine Pflanze, welche in stickstofffreiem Boden oder in stickstofffreier Nährflüssigkeit vegetirt, hält sich zwar Monate lang am Leben, aber sie wächst nicht, sie bildet keine organische Substanz, sie liefert eine Ernte, deren Gewicht nicht größer ist, als das Samenkorn, aus welchem sie entstanden. Dies ist ein Beweis dafür, daß die Pflanze unfähig ist, den in der atmosphärischen Luft gebotenen freien Stickstoff oder die in der Luft spärlich enthaltenen Stickstoffverbindungen (Ammoniak, Salpetersäure, salpetrige Säure) in dem Maße aufzunehmen, daß ein wahrnehmbares Wachsen stattfindet. Auch wenn man den Gehalt der Luft an gebundenem Stickstoff (Ammoniak) vermehrt, so ist — wie Adolf Mayer nachgewiesen hat — die Stickstoffaufnahme durch die Blätter doch nur eine so geringe, daß sie für die Ernährung der Pflanzen keine wesentliche Bedeutung hat.

Nur wenige Pflanzen gibt es, welche dieses Vermögen in erheblicherem Maße zu besitzen scheinen, wenigstens liegen einige Versuche von Atwater*) für diese Annahme vor.

Genannter Forscher hat jüngst Versuche veröffentlicht, aus denen sich ergiebt, daß Erbsen, welche in Nährlösung gezogen

---

*) Amerikan. Chem. Journ. 1885. S. 365.

waren, erheblich mehr Stickstoff in ihrer Erntemasse enthielten, als ihnen durch Samenkorn und Nährlösung zugeführt war, und zwar ergab es sich, daß solcher Stickstoffgewinn um so größer war, je günstiger man die Versuchsverhältnisse für die Vegetation der Erbse gestaltet hatte. Im besten Fall hatten die Erbsen ebensoviel Stickstoff aus der atmosphärischen Luft aufgenommen, als ihnen im Samenkorn gegeben und durch Nährlösung zugeführt worden war.

Bestätigen sich diese erst vor kurzem bekannt gewordenen Resultate, so verdienen dieselben in hohem Maße Beachtung seitens der landwirthschaftlichen Praxis. Immerhin aber bleibt selbst für die Erbse, welche eine ganz besondere Aufnahmefähigkeit für den Stickstoff der Luft zu haben scheint, der Satz stehen: keine landwirthschaftliche Kulturpflanze kann normal vegetiren, wenn ihr nicht durch die **Wurzeln** Stickstoff zugeführt wird, beziehungsweise, wenn nicht ein Stickstoffvorrath im **Boden** vorhanden ist.

3. Ist es nothwendig, den Boden mit Stickstoff zu düngen?

Wir haben im Abschnitt 2 gesehen, daß eine jede Kulturpflanze eines Stickstoffvorrathes im Boden bedarf, es scheint demnach die Frage, ob es nothwendig sei, den Boden mit Stickstoff zu düngen, eine überflüssige zu sein. Und doch ist sie es nicht.

Gerade so gut wie der Stickstoff ist beispielsweise auch das Eisen ein den Pflanzen nothwendiger Stoff, und in jedem Kulturboden muß Eisenoxyd enthalten sein — aber ist es deshalb schon nothwendig, den Boden mit Eisen zu düngen? Nein. Der Boden enthält meist sehr große Mengen von Eisen, und die Pflanze braucht nur wenig von diesem Stoff, weshalb es nicht nöthig ist, daß der Boden mit Eisen gedüngt werde.

Es bleibt also zu prüfen, ob nicht auch der Stickstoffvorrath des Bodens ausreicht, um den Bedarf der Pflanze voll-

auf zu decken, und ob nicht die durch Regen, Thau und Absorptionskraft des Bodens jährlich der Krume zufließenden Stickstoffverbindungen der Luft hinreichen, um den Stickstoffverlust zu ersetzen, welchen der Boden durch die Entnahme von Erntemasse erleidet.

Ueber die letztere Frage giebt ein einfaches Rechenexempel Aufschluß.

Die Mengen von Stickstoffverbindungen, welche dem Boden durch atmosphärische Niederschläge zufließen, sind je nach örtlichen und klimatischen Verhältnissen sehr schwankend. In der Nähe größerer Städte sind sie bedeutender als auf dem Lande. Dreijährige Beobachtungen zu Kuschen, Insterburg und Dahme*) ergaben einen jährlichen Zufluß von nur 3 bis 7 Kilo Stickstoff, per Hektar, während in Regenwalde im Durchschnitt von 4 Jahren ein Zufluß von 15 Kilo Stickstoff pro Hektar berechnet wurde.

Nehmen wir nun aber auch an, daß selbst 15 bis 20 Kilo Stickstoff pro Hektar jährlich dem Ackerboden zufließen, so würden diese noch nicht einmal ausreichen, um den verhältnißmäßig geringen Stickstoffentzug (durchschnittlich 50 Kilo pro Hektar) zu decken, den der Boden durch die Halmgewächse erleidet, als verschwindend gering aber muß jenes Quantum derjenigen Stickstoffmenge gegenüber erscheinen, welche die stickstoffreicheren Pflanzen, wie Raps (circa 80 Kilo Stickstoff pro Hektar), Erbsen (circa 100 Kilo Stickstoff pro Hektar) oder gar die Luzerne (gegen 250 Kilo Stickstoff pro Hektar) zu ihrer Entwickelung bedürfen.

Sicherer als alle diese Rechnungen aber bleibt der praktische Versuch, und wir glauben, daß unter der großen Anzahl der Düngungsversuche keine so geeignet sind, um über die vorliegende Frage einen greifbaren Aufschluß zu geben, als die bekannten Versuche von Lawes und Gilbert.

---

*) Adolf Mayer, Lehrbuch der Agrikulturchemie, S. 124.

Mit bewundernswerther Ausdauer haben diese Forscher während einer langen Reihe von Jahren die Wirkung einer stickstofffreien Düngung mit derjenigen einer stickstoffhaltigen verglichen und sind zu folgenden Resultaten dabei gelangt.

Parcellen, welche mehr als ein Vierteljahrhundert hindurch jährlich eine stickstofffreie Mineraldüngung erhalten hatten und auf welchen in steter Wiederholung die gleiche Frucht gebaut war, ergaben im Mittel der Jahre rund

1000 Kilo Weizenkörner pro Hektar
1400 „ Gerstenkörner „ „

Aus diesen Zahlen ersieht man, daß jene Böden in der That nicht mit Stickstoff gedüngt zu werden brauchten, um alljährlich die angeführten Erträge zu liefern.

Aber ist der Landwirth zufrieden, wenn er pro Hektar nur 1000 Kilo Weizen, bezw. 1400 Kilo Gerste erntet? Gewiß nicht! So wollen wir sehen, welche Erträge die Stickstoffdüngung bewirkte.

Vergleichsparcellen hatten außer der Mineraldüngung jährlich eine Düngung mit Stickstoffsalzen erhalten und diese Stickstoffdüngung steigerte die Erträge im Mittel der Jahre:

beim Weizen von 1000 Kilo auf rund 2400 Kilo
bei der Gerste „ 1400 „ „ „ 2900 „ .

Diese Zahlen sprechen so deutlich wie möglich, und wir können die Frage: „Ist es nothwendig, den Boden mit Stickstoff zu düngen?“ wie folgt beantworten:

Ohne eine Düngung des Bodens mit Stickstoff sind keine Erträge zu erzielen, welche den Landwirth irgend befriedigen können; es steht ganz unzweifelhaft fest, daß die Stickstoffdüngung ein unentbehrlicher Faktor im normalen Betriebe einer rationellen Landwirthschaft ist.

4. Reicht der Stallmist aus, um die landw. Kulturpflanzen mit genügenden Stickstoffmengen zu versorgen?

Um auf diese Frage eine Antwort zu finden, müssen wir uns zunächst darüber klar werden, was man unter einer den Kulturpflanzen „genügenden“ Menge von Stickstoffnahrung versteht? Versteht man darunter diejenige Stickstoffmenge, welche erforderlich ist, um die Kulturpflanzen zur denkbar üppigsten Entwickelung zu bringen? Wir glauben das nicht. Selbst in hochintensiven Wirthschaften gibt es Aecker, auf denen die Pflanzen durch eine Steigerung der Düngung zu noch üppigerer Entwickelung angeregt werden könnten, und doch ist es rationell, die Düngung nicht zu steigern, sobald — eine solche Steigerung nicht mehr rentirt. Es ist nicht Aufgabe des Ackerbaues, möglichst viel Erntemasse zu produciren, gleichgültig, ob die Produktion einen Vortheil bringt oder nicht — es ist vielmehr Aufgabe eines rationellen Ackerbaues, den höchstmöglichen Reingewinn zu erzielen, die Düngung also nur so weit zu steigern, als eine Rente dabei möglich ist. Unsere Frage würde demnach zu lauten haben:

Ist es rentabel, neben der in der Wirthschaft producirten Menge von Stallmist auch noch Handelsdünger zu verwenden?

Auf diese Frage gibt der Abschnitt 16 uns eine ausführlichere Antwort. Es sei hier nur kurz vorausbemerkt, daß die in der landwirthschaftlichen Praxis ausgeführten Felddüngungsversuche, von welchen die weitaus meisten in gut situirten Wirthschaften, d. h. in Wirthschaften mit guten Bodenverhältnissen und starker Stallmistproduktion ausgeführt wurden, eine hohe Rentabilität der Salpeterdüngung ergeben haben. Wie aus den in Tabelle 1 u. 2 angegebenen Einzelresultaten sowie aus den auf S. 50 angestellten Rechnungen ersichtlich, haben die Versuche im Mittel ergeben, daß unter den derzeitigen Marktpreisen die Aufwendung von 100 Mark für Chilisalpeter-

düngung bei Halmgewächsen einen Mehrertrag im Werthe von rund 200—230 Mark, bei Kartoffeln und Zuckerrüben einen Mehrertrag im Werthe von 130 bis 140 Mark ergeben hat.

Es ist damit der Beweis erbracht, daß es durchschnittlich sehr rentabel ist, selbst in denjenigen Wirthschaften Chilisalpeter zu verwenden, deren Aecker durch reichliche Stallmistgaben in gutem Düngungszustande erhalten sind, und man darf auf Grund der bislang ausgeführten Düngungsversuche den folgenden Satz als einen mit absoluter Sicherheit festgestellten aussprechen:

Der in der Wirthschaft producirte Stallmist reicht unter den weitaus meisten Verhältnissen nicht aus, um den Kulturpflanzen so viel Stickstoff zuzuführen, daß die zur Erzielung des höchst möglichen Reingewinns erforderlichen Erträge erhalten werden können. Der intensiv wirthschaftende Landwirth ist demnach auf den Zukauf von Stickstoff in Form von Handelsdünger angewiesen.

5. Welche Stickstoffdünger werden dem Landwirth durch den Handel geboten?

Die hauptsächlichsten der ausschließlich Stickstoff enthaltenden Düngemittel des Handels sind die folgenden:

1. Der Chilisalpeter.
2. Das schwefelsaure Ammoniak.
3. Die verschiedenen animalischen Stickstoffdünger, Blutmehl, Hornmehl, Ledermehl, Wollstaub.

Der zuerst genannte Stickstoffdünger, der **Chilisalpeter,** kommt in Form eines weißen, mitunter schwach grau oder gelblich gefärbten Salzes auf den Düngermarkt. Er enthält neben geringen Beimengungen fremder Salze (Chlornatrium, schwefelsaures Natron), die aus dem Rohsalpeter stammen, 95—96 % salpetersaures Natron, welchem ein Stickstoffgehalt von 15½ bis 16 % entspricht.

Das zur Salpetergewinnung dienende Material: der Rohsalpeter (Caliche) findet sich an der Westküste von Südamerika zwischen dem 18. und 27. Grad südl. Breite in Schichten von sehr wechselnder Mächtigkeit. Bauwürdige Schichten variiren von 1/4 bis 4 Meter Dicke und ihre Qualität ist sehr verschieden.

Der mittlere Gehalt des zur Verarbeitung kommenden Rohmaterials ist

bei bester Qualität 40—50% Natronsalpeter und darüber,
bei mittlerer „ 30—40% „
bei geringer „ 17—30% „

Daneben enthält der Caliche als Hauptbestandtheil variable Mengen (10—60% und mehr) Chlornatrium (Kochsalz), außerdem schwefelsaures Kali, schwefelsaures Natron, schwefelsauren Kalk, Magnesiasalze, salpetersaures Kali und ein wenig jodsaures Kali.

Die Verarbeitung des Caliche geschieht in den meisten größeren Etablissements nach einem den Verhältnissen zweckmäßig angepaßten sehr rationellen und ökonomischen Verfahren: der sogenannten „systematischen Auslaugerei“, welche der von Shauks in der Sodafabrikation eingeführten Methode analog ist. Man fabricirt und verkauft gewöhnlich die folgenden 3 Sorten von Salpeter:

I. Minimalgarantie 96% salpeters. Natron mit weniger als 1% Kochsalz.
II. Minimalgarantie 96% salpeters. Natron, mit nicht über 1 1/4% Kochsalz.
III. Minimalgarantie 95% salpeters. Natron, mit nicht über 3% Kochsalz.

Der Caliche findet sich nur selten zu Tage liegend. In der Regel kommt er in 1/2 bis 3 Meter Tiefe unter der Erdoberfläche vor.

Die Oberfläche des Salpeterterrains bildet gewöhnlich eine

Schichte gypshaltiger Sand (Chuca). Darunter liegt ein felsartiges Conglomerat von Thon, Kies, Feldspath-, Porphyr-, Grünsteintrümmern, verkittet durch schwefelsauren Kalk, schwefelsaures Kali, schwefelsaures Natron, schwefelsaure Magnesia und wenig Chlornatrium. Diese Schicht wird Costra genannt. Sie geht nach der Tiefe zu in eine andere über, in welcher neben Sulfaten Chlornatrium und Chlormagnesium vorwiegen und bereits einige Procente Salpeter enthalten sind. Das Äußere dieser Schicht gleicht einem stark wasserhaltigen kiesigsteinigen Erdreich, welches gefroren ist; man nennt sie daher Congelo (Zusammengefrorenes).

Unter dem Congelo findet sich der Rohsalpeter (Caliche). Derselbe ist von sehr verschiedenem Aussehen.

Seine Färbung variirt zwischen schneeweiß, schwefelgelb, citrongelb bis orangefarben (durch chromsaures Salz gefärbt), violett, reinblau, auch braun wie Rohzucker. Außerdem kommt er graubraun in allen Nüancen vor, je nach dem Grade der Verunreinigung mit Erde, Sand, Kies, Thon und Gesteinstrümmern.

Unter dem Caliche findet sich ein hellbraunrother loser, theils mehliger, theils grandiger Thon, welcher meist mit flimmernden Anhydritkrystallen durchsetzt ist.

Diese Thonschicht heißt Coba. Unter derselben kommt erfahrungsmäßig kein Salpeter vor, sie liegt auf dem Urgestein. Es ist daher die Coba eine wichtige Schicht für die Probebohrarbeiten, welche zur Recognoscirung eines Salpeterterrains vorgenommen werden.

Man führt die Bohrlöcher bis in die Coba und je nachdem sich nun bis dahin eine bauwürdige Menge Salpeter gefunden hat oder nicht, wird der in der Coba befindliche Theil des Bohrlochs erweitert, um das Sprengpulver aufzunehmen, mit dem man das Terrain für den weiteren Abbau zunächst zugängig macht.

Die geschilderten Lagerungsverhältnisse beziehen sich auf den bedeutendsten Bezirk: die Provinz Tarapaca, dem Hinterlande der Häfen Pisagua, Iquique, Tocopillo. Große Abweichungen hiervon finden sich namentlich in den südlicheren Distrikten, wo an einigen Stellen nachweislich höher gelegene ältere Salpeterbildungen durch Wasser partiell wieder aufgelöst und viele Meilen weit nach tiefer gelegenen Becken geführt worden sind, wo sie sich neuerdings durch Verdampfung ausgeschieden haben.

Das Gebiet, in welchem die Salpeterlager vorkommen, ist absolut vegetationslos. Regen fällt oft 3—5 Jahre lang nicht und auch dann nur so spärlich, daß kaum die oberste Schicht durchfeuchtet wird.

Die Küste steigt in diesen Breiten gebirgig rasch bis zu ca. 3000 Fuß Höhe an. Von da an setzt sich ein hügeliges und bergiges Land nach Osten hin fort, welches schließlich in die ebene und wüste Pampa verläuft, die sich bis zum Fuß der ersten Cordillere erstreckt. Dieses Hügelland, 3000 bis 5000 Fuß über dem Meeresspiegel, namentlich in seinen östlichen Theilen nach der Pampa de Tamarugal und der Wüste Atacama zu, ist die Heimat des Salpeters. Er findet sich (30—40 Meilen von der Küste entfernt kommen die meisten Lager vor) meistens in den Thalmulden ansteigend an den Abhängen der Hügel, während die am tiefsten gelegenen Theile Felder von Seesalz (Salares) enthalten, die oft viele Meilen Ausdehnung haben. Von den verschiedenen Hypothesen über die Bildung des Chilisalpeters bewährt sich nur eine dem vorurtheilsfreien Beobachter. Es ist die von C. Nöllner im Jahre 1868 ausgesprochene Ansicht, daß die Salpeterlager „den stickstoffhaltigen Jodsammlern, den Seetangen ihren Ursprung verdanken".

Ungeheure Seetangmassen (wie solche heutzutage noch in den „Tangwiesen" des Oceans vorkommen) wurden in Seewasserlagunen durch vulkanische Hebung des Terrains isolirt

und verwesten in dem nach und nach verdampfenden Seewasser. Die dabei entstandene Salpetersäure (welche bekanntlich ein normales Endprodukt der Verwesung stickstoffhaltiger organischer Substanzen ist) bildete zunächst wahrscheinlich aus vorhandenem kohlensauren Kalk (Conchilien und natürlich vorkommendem Kalkstein) Kalksalpeter, der sich dann mit dem schwefelsauren Natron zu Natronsalpeter und schwefelsaurem Kalk umsetzte. —

Die Salpeterindustrie hat während der letzten Jahre einen ungemein großartigen Aufschwung genommen, wie man aus folgenden Zahlen ersieht.

Die Gesammtverschiffung von allen Häfen des westlichen Südamerika betrug

Im Jahre	Ctr. à 50 Kilo*)	Davon gingen nach Großbritannien, Deutschland, Holland, Belgien, Frankreich (atlant. Häfen) Ctr.
1830	17000	?
1840	205000	?
1850	460000	420000
1860	1233000	1112000
1870	2649000	2194000
Mittel aus den Jahren 1871 bis 1880	4935000	4202000
Mittel aus den Jahren 1881 bis 1885	9515000	8282000

Die Einfuhr in den Hamburger Hafen betrug:

im Jahr	Ctr. à 50 Kilo
1867	260000
1868	240000
1869	340000
1870	400000

*) Berechnet aus den Angaben in spanischen Centnern à 46 Kilo.

im Jahr	Ctr. à 50 Kilo
1871	560000
1872	980000
1873	810000
1874	1170000
1875	1016000
1876	1171000
1877	1052000
1878	1316000
1879	1454000
1880*)	980000
1881	1934000
1882	2594000
1883	4020000
1884	4780000
1885	2660000

Nach dem Chilisalpeter ist das **schwefelsaure Ammoniak** als der wichtigste Stickstoffdünger zu bezeichnen; dasselbe wird als Nebenprodukt theils bei der Gasfabrikation, theils bei der Coaksbereitung gewonnen. Gleich dem Chilisapeter kommt auch das schwefelsaure Ammoniak als weißes, mitunter gelbgefärbtes, meist fein kyrstallisirtes Salz auf den Düngermarkt. Es enthält sehr wenig fremde Salze, sein Ammoniakgehalt entspricht einer Stickstoffmenge von durchschnittlich 20%, und es ist wie der Chilisalpeter in Wasser sehr leicht löslich.

Die verschiedenen animalischen Stickstoffdünger, die als Blutmehl, Ledermehl, Hornmehl und Wollstaub im Düngerhandel erscheinen, werden in weit geringerer Menge gewonnen als das schwefelsaure Ammoniak und haben den ungeheuren Mengen gegenüber, in welchen der Chilisalpeter pro-

*) Krieg zwischen Peru und Chili.

ducirt wird und zur Verwendung gelangt, eine nur sehr geringe Bedeutung. Bezüglich ihres Ursprungs und ihrer Herstellung ist nichts zu erwähnen, was ein besonderes Interesse beanspruchen könnte. Der Wollstaub besteht aus den Abgängen der Wollspinnereien und enthält sehr wechselnde, zwischen 1,5 und 10 % schwankende Stickstoffmengen. Hornmehl und Ledermehl, aus den betreffenden Abfällen durch Dämpfen, bezw. Rösten und Mahlen hergestellt, enthalten — das erstere 12 %, das letztere 6—10 % Stickstoff, während das Blutmehl einen Gehalt von 12—15 % Stickstoff aufweist und durch Trocknen und Mahlen des beim Erhitzen von Blut entstehenden Gerinnsels dargestellt wird.

Von ebenfalls geringerer Bedeutung als Stickstoffdünger sind der Peruguano, das Fleischmehl, Fischmehl, Knochenmehl ꝛc., welche außer Stickstoff auch Phosphorsäure enthalten und mehr als Phosphorsäure-Stickstoffdünger zu bezeichnen sind. In dem früher so stickstoffreichen rohen Peruguano findet sich jetzt zum Theil kein größerer Stickstoffgehalt (4 %) als im Knochenmehl, während er gleich diesem mit 20 % Phosphorsäure in den Handel kommt, zugleich also ein conc. Phosphorsäuredünger ist. Fleischmehl und Fischmehl („Fischguano“) werden in nur geringer Menge producirt und haben dem Chilisalpeter gegenüber ebenfalls wenig Bedeutung.

Dasjenige Stickstoffdüngemittel also, welches die verhältnißmäßig größte Bedeutung für den Düngermarkt hat und welches in Gemeinschaft mit dem Ammoniaksalz die Stickstoffpreise in Zukunft wohl ebenso sehr beherrschen wird, wie in früheren Jahren der Peruguano es gethan hat, ist der Chilisalpeter. Für den Landwirth aber ist vor allem die Frage die wichtigste: welches der verschiedenen Düngemittel am vortheilhaftesten für bestimmte Kulturen, bestimmte Bodenverhältnisse ꝛc. zu verwenden ist, und dies führt uns weiter zu dem jetzt folgenden Abschnitt.

6. In welchen Verbindungsformen nimmt die Pflanze den Stickstoff auf?

Wir haben bei der Beantwortung der voraufgegangenen Frage die verschiedenen Arten von Stickstoffdüngern kennen gelernt:

den **Chilisalpeter,** welcher den Stickstoff in Form von Salpetersäure enthält,

das **schwefelsaure Ammoniak,** welches den Stickstoff in Ammoniakform enthält, und

die animalischen Stickstoffdünger, welche den Stickstoff in „organischer“ Form enthalten.

Auch der Peruguano, das Fleischmehl, Fischmehl, Knochenmehl ꝛc. sind diesen 3 Gruppen unterzuordnen, indem der Stickstoff des Peruguano größtentheils in Ammoniakform, geringerentheils in organischer Form vorhanden ist, und die letztgenannten drei Düngemittel, das Fleischmehl, Fischmehl und das Knochenmehl, ihren Stickstoff ausschließlich in organischer Form enthalten.

Also kurz, wir haben es in den verschiedenen Stickstoffdüngern des Handels zu thun mit:

1. Stickstoff in chemischer Verbindung mit Sauerstoff als Salpetersäure;
2. Stickstoff in chemischer Verbindung mit Wasserstoff als Ammoniak;
3. Stickstoff in chemischer Verbindung mit Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Schwefel als „organische“ Substanz,

und es stellt sich uns die Frage entgegen: ist es der Pflanze gleichgültig, ob man ihr den Stickstoff mit Sauerstoff, oder mit Wasserstoff, oder mit Sauerstoff, Wasserstoff, Kohlenstoff und Schwefel verbunden gibt?

Auf diese Frage, welche natürlich für die Beurtheilung

der zur Auswahl stehenden Düngemittel von großer Wichtigkeit ist, sei die folgende Antwort gegeben.

Nach allem, was man bis jetzt in der landwirthschaftlichen Praxis erfahren und durch wissenschaftliche Versuche ermittelt hat, ist die Verbindung des Stickstoffs mit Sauerstoff, die Salpetersäure, als das der Pflanze bei weitem zuträglichste, möglicherweise sogar als das ausschließliche Stickstoffnährmittel zu bezeichnen, und alle Düngemittel, welche den Stickstoff in anderen Verbindungsformen enthalten, können nur insoweit zur Ernährung der Pflanze dienen, als sie durch ihren Gehalt an Ammoniak oder organischer Stickstoffsubstanz den Boden mit salpeterbildenden Verbindungen bereichern.

Zur Erläuterung und Begründung dieses Satzes sei das Folgende kurz angegeben:

Die organische Stickstoffsubstanz, wie sie sich im Stallmist, im Blutmehl, Fleischmehl, Guano, Knochenmehl, Wollstaub ꝛc. findet, ist zunächst schon wegen ihrer Unlöslichkeit, bezw. Schwerlöslichkeit in Wasser unfähig, von der Pflanzenwurzel aufgenommen zu werden. Es ist aber bekannt, daß die Stickstoffsubstanz ungemein leicht in Fäulniß übergeht, sobald sie in einen Boden gelangt, der genügend feucht, genügend durchlüftet und erwärmt ist. Bei diesem Fäulnißproceß findet eine Zersetzung der aus Stickstoff, Wasserstoff, Sauerstoff, Kohlenstoff und Schwefel bestehenden organischen Substanz statt. Stickstoff und Wasserstoff zu Ammoniak verbunden, scheiden sich ab, und das Ammoniak bietet sich als eine in Wasser lösliche Substanz den Wurzeln dar. Aber auch das Ammoniak unterliegt einer weiteren Umwandlung im Boden. Wie ein gewisser mikroskopisch kleiner Pilz, der sogenannte Essigpilz, im Stande ist, eine Vereinigung von Alkohol mit Sauerstoff zu bewirken, wobei der Alkohol sich in Essigsäure umwandelt, so giebt es, wie die neuesten Forschungen gezeigt haben, in der Bodenkrume eine Gattung niederer Organismen, welche im

Stande sind, eine Verbindung von Ammoniak mit Sauerstoff zu bewirken, wobei diejenige Stickstoff-Sauerstoffverbindung entsteht, welche uns als Salpetersäure bekannt ist.

Durch die Thätigkeit mikroskopisch kleiner, sogenannter niederer Organismen in der Ackerkrume also wird die organische Stickstoffsubstanz der animalischen Düngemittel in Ammoniak und dies Ammoniak (gleichwie auch das in Form von Ammoniaksalz in den Boden gebrachte) allmählich weiter in Salpetersäure umgewandelt. Ammoniak und Salpetersäure aber sind Stickstoffverbindungen, welche in Wasser leicht löslich sind, auch die Fähigkeit haben, die Zellhaut der Wurzeln zu durchdringen, woraus für uns die Frage folgt, ob sie beide, bezw. beide gleich gut im Stande sind, der Pflanze als Nährmittel zu dienen.

Ueber diese, sowie über die weitere Frage, ob lösliche, in den thierischen Ausscheidungen enthaltene organische Stickstoffverbindungen, wie Harnstoff, Harnsäure, Hippursäure rc. direkt zur Ernährung der Pflanze dienen können oder nicht, haben Wasserkulturversuche*) die folgenden Aufschlüsse ergeben:

1. Pflanzen, denen als ausschließliches Stickstoffnährmittel Salpetersäure (in Form von salpetersaurem Natron oder Kali oder Kalk) geboten wurde, entwickelten sich vollkommen normal.

2. Pflanzen, denen als ausschließliches Stickstoffnährmittel das Ammoniak (in Verbindung mit Kohlensäure, oder Phosphorsäure, Salzsäure, Schwefelsäure) geboten wurde, entwickelten sich sehr kümmerlich; ein lebhaftes Wachsthum war erst von dem Zeitpunkt an zu beobachten, in welchem sich erhebliche

*) S. d. Arbeiten von Boussingault, Storer, Peters, Handtke, Rautenberg u. Kühn, Beyer, Johnson, Hampe, P. Wagner; Cameron, Ville, Lawes u. Gilbert, Balling rc. Jahresbericht f. Agrikulturchemie 1862 S. 122, 1863 S. 235, 1864 S. 177, 1865 S. 171, 1866 S. 190, 1867 S. 58 u. 125, 1868 S. 253. Chem. Ackersmann 1862 S. 37, Versuchsstat. Bd. 6 S. 255, Bd. 7 S. 308, Bd. 9 S. 480.

Mengen von (aus dem Ammoniak entstandener) Salpetersäure in der Vegetationsflüssigkeit nachweisen ließen.

Bei vergleichenden Versuchen entwickelten sich stets die mit Salpetersäure ernährten Pflanzen bei weitem üppiger, als die mit Ammoniak ernährten.

3. Pflanzen, denen als ausschließliches Nährmittel Harnstoff oder Harnsäure, Guanin, Kreatin, Glykokol zc. geboten wurde, entwickelten sich bis zur Blüthe und Samenbildung, standen den mit Salpetersäure ernährten aber erheblich nach, und es gelang kaum, einen Versuch auszuführen, bei welchem nicht Ammoniak und Salpetersäure als Zersetzungsprodukt jener Substanzen in den Vegetationsflüssigkeiten nachzuweisen waren.

Den oben ausgesprochenen Satz, nach welchem die Salpetersäure als das weitaus zuträglichste, wahrscheinlich sogar *allein* zuträgliche Stickstoffnährmittel für die landwirthschaftlichen Kulturpflanzen anzusehen ist, wird demnach genügend begründet erscheinen, und weiter unten wird (Frage 9) der Nachweis geführt werden, daß auch die landwirthschaftliche *Praxis* Resultate aufzuweisen hat, welche mit vorstehenden Versuchen im Einklang stehen.

7. Welche Verhältnisse sind für die Salpeterbildung im Boden die günstigsten?

Wenn aus den voraufgegangenen Ausführungen sich ergeben hat, daß die organische Stickstoffsubstanz der Düngemittel in Ammoniak und das Ammoniak in Salpetersäure übergehen muß, um das den Kulturpflanzen zuträgliche Stickstoffnährmittel entstehen zu lassen, so gewinnt die weitere Frage eine große Bedeutung: welche Bodenverhältnisse werden die günstigsten sein für eine schnelle Umwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure?

Auf diese Frage erhält man ganz wie von selber eine Antwort, sobald man sich den Vorgang der Salpeterbildung vergegenwärtigt.

Niedere Organismen sind es, so erfuhren wir auf S. 18, welche eine chemische Vereinigung des Ammoniaks mit atmosphärischem Sauerstoff vermitteln.

Diese Organismen aber sind nach R. Waringtons jüngst veröffentlichten Untersuchungen nur in der Bodenkrume enthalten und sind nicht tiefer als bis zu 18 engl. Zoll im Boden nachweisbar. In größerer Tiefe also kann eine Salpeterbildung im Boden nicht stattfinden.

Sodann haben die salpeterbildenden Organismen organische Substanz zu ihrer Entwickelung nöthig, woraus folgt, daß sie nur in einem humushaltigen Boden sich in größerer Menge entwickeln können und die Salpeterbildung in einem humusreicheren Boden vielleicht — wenigstens bis zu einer gewissen Grenze — etwas energischer vor sich gehen wird, als in einem humusarmen.

Die Thätigkeit der Organismen erfordert ferner einen bestimmten Feuchtigkeitsgehalt, einen bestimmten Temperaturgrad und — da ja stets Sauerstoff bei der Salpeterbildung verbraucht wird — eine gute Durchlüftung des Bodens. Je gleichmäßiger feucht daher der Boden sich erhält, je leichter er sich erwärmt und je besser er gelockert ist, um so schneller wird das Ammoniak sich in Salpeter umwandeln.

Die Salpetersäurebildung erfordert endlich die Gegenwart genügender Mengen von kohlensaurem Kalk im Boden, denn nur dadurch, daß die Salpetersäure sogleich nach ihrem Entstehen mit dem Kalk des Bodens zusammentritt und mit diesem sich zu Kalksalpeter vereinigt, erhalten die salpeterbildenden Organismen die Fähigkeit, auf's Neue Ammoniak in Salpetersäure umzuwandeln.

Also kurz — ein humoser, lockerer, gut durchlüfteter, gleichmäßig feuchter, warmer und kalkreicher Boden wird die günstigsten Verhältnisse für die Umwandlung des Ammoniaks in Salpetersäure bieten; ein Boden dagegen, der sehr arm an

Humus ist, sehr wenig Kalk enthält oder sehr schwer, kalt, naß und wenig porös ist, oder ein Boden, der eine frische Stallmistdüngung erhalten hat, bezw. viel in Verwesung begriffene und damit auch viel Sauerstoff verbrauchende Substanz enthält, wird nur langsam das Ammoniak in Salpetersäure überführen und wird für die ausgiebige Wirkung der Ammoniakdüngung eine erheblich geringere Garantie bieten.

8. Welche Vortheile oder Nachtheile bringt die Anwendung von Chilisalpeter im Vergleich zu anderen Stickstoffdüngern?

Nur mit Vorsicht dürfen wir uns über diese Frage aussprechen, denn wir berühren hier ein Gebiet, auf welchem noch viel Dunkel liegt. Ist es wahr — und wir müssen dies ja auf Grund der bisherigen Versuche annehmen —, daß der „organische“ Stickstoff, wie er im Stallmist, im Knochenmehl, Blutmehl, Fleischmehl, z. Th. auch im Peruguano ꝛc. enthalten ist, durch Fäulniß in Ammoniak und aus dem Ammoniak weiter in Salpetersäure sich umwandeln muß, um in die den landw. Kulturpflanzen am meisten zusagende Stickstoffform: das salpetersaure Salz überzugehen, so folgt daraus, daß die Wirkung der Salpeterdüngung eine schnellere und energischere sein muß, als die Wirkung des organischen Stickstoffs und auch als die des schwefelsauren Ammoniaks. Fäulniß und Verwesung sind Vorgänge, welche nicht plötzlich vor sich gehen, es sind allmählich verlaufende Processe, und sie können unter Umständen sich langsamer im Ackerboden vollziehen, als dem Bedürfniß der Pflanzen für Stickstoffnahrung entspricht. Ist es also Thatsache, daß der Chilisalpeter eine bereits „fertige“ Stickstoffnahrung darstellt, während Knochenmehl, Fleischmehl und selbst die Ammoniaksalze in eine solche erst übergehen müssen, so ist es klar, daß die Salpeterdüngung unter Umständen Vortheile bietet, wie sie durch andere Stickstoffdünger nicht erreicht werden können. Eine möglichst intensive Ernährung

der Kulturpflanze in ihrem ersten Zustand ist bekanntlich von größter Wichtigkeit; die Pflanze holt es nicht oder nur unvollkommen nach, was an ihr versäumt wurde, und sie unterliegt bei kümmerlicher Ernährung zu leicht den Angriffen, welche Insektenfraß und ungünstige Witterung auf sie ausüben. Kommt es also darauf an, eine ausgewinterte oder in Folge schlechter Witterung oder schlechter Ernährung zurückgebliebene Pflanzen zu kräftigen, sie zu zwingen, in sehr kurzer Zeit viel Stickstoff aufzunehmen und dadurch zu schneller, üppiger Entwickelung angeregt zu werden, so leistet der Chilisalpeter einen Dienst, wie kaum ein anderer Stickstoffdünger es vermag.

Ein weiterer Vorzug des Chilisalpeters liegt in der *Freibeweglichkeit* begründet, die ihm eigen ist und die er dauernd im Ackerboden sich erhält.

Es ist bekannt, daß das Ammoniak vom Boden „absorbirt“ wird, insbesondere von *thonreichem* Boden so stark gebunden wird, daß es der Circulation des Wassers nicht folgt, vielmehr erst dann beweglich wird, wenn es in Salpetersäure übergegangen ist. Hiergegen besitzt der Chilisalpeter eine vollkommene *Freibeweglichkeit* im Boden, er folgt dem Lauf des in die Tiefe sickernden und bei trockener Witterung wieder in die Höhe steigenden Regenwassers, er kann ungehindert von der einen Stelle des Bodens zu der andern gelangen und braucht nicht wie das Ammoniak darauf zu warten, daß die Pflanzenwurzeln ihm entgegenkommen.

In dieser Eigenschaft des Chilisalpeters liegt ein Vortheil, unter Umständen aber auch ein Nachtheil für die Vegetation. Vortheilhaft muß es ja sein, wenn der freibewegliche Chilisalpeter den Pflanzen sich zu ungehinderter Aufnahme darbietet und mit dem Wasser dahin wandert, wo die Wurzeln ihre Hauptthätigkeit entfalten — *nachtheilig* aber ist es, wenn der Salpeterstickstoff so tief in den Untergrund gewaschen wird, daß er Schichten erreicht, welche nur noch spärlich von Wurzel=

fasern durchzogen sind. Es ist nicht zu verkennen, daß man der Möglichkeit einer zu weitgehenden Verdrängung des Salpeters in den Untergrund Berücksichtigung schenken muß, sobald es sich um einen sehr leichten Boden mit geringer wasserhaltender Kraft handelt — im Kapitel 18 werden wir hierauf zurückkommen —, während jedoch andererseits gerade in dem Tiefgang des Salpeters wiederum ein Vortheil für die Vegetation liegt. Je flacher die Düngung untergebracht ist, um so flacher wurzeln auch die Pflanzen; je tiefer aber die Düngung in den Boden reicht, um so mehr vertiefen sich auch die Wurzeln, und um so größer wird damit das Wasserreservoir, welches den Pflanzen zur Verfügung steht. Mit Salpeter gedüngte Pflanzen leiden durch anhaltende Dürre weniger als mit anderen Stickstoffdüngern gedüngte, wie namentlich die Versuche von Lawes und Gilbert es in auffälligster Weise gezeigt haben.

Auf Wiesenparzellen, von welchen die eine Reihe den Stickstoff stets in Form von schwefelsaurem Ammoniak, die andere die gleiche Menge Stickstoff in Form von Chilisalpeter erhalten hatte, wurden im Mittel einer Reihe von Jahren durch den Salpeterstickstoff 30 Ctr., in dem sehr trockenen Jahre 1870 jedoch 70 Ctr. Heu mehr geerntet, als durch den Ammoniakstickstoff, und als man eine Untersuchung des betreffenden Bodens ausführte, ergab sich, daß die Wurzeln der nicht gedüngten Gräser nur eine Tiefe von 45 cm erreicht hatten, die Wurzeln der mit Salpeter gedüngten Pflanzen dagegen in eine Tiefe von 1,2 m gedrungen waren und bis zu dieser Tiefe den Boden physikalisch verändert, ihn mit Humus bereichert und seinen Wasservorrath ausgenützt hatten.

Auch bei andern Versuchsreihen zeigten sich ähnliche Erscheinungen.

Es ist endlich nicht unerwähnt zu lassen, daß sehr starke Gaben von schwefelsaurem Ammoniak nachtheilig auf die Vegetation gewirkt haben, während dies beim Chilisalpeter

nicht, wenigstens bei weitem nicht in dem gleichen Maße nachgewiesen werden konnte. Auf der Versuchsstation Darmstadt fand man eine nachtheilige Wirkung bei Kartoffeln, das Kraut der Pflanzen färbte sich gelb, und der Ertrag war durch die Ammoniakdüngung nicht gestiegen, während die entsprechende Salpeterdüngung eine Mehrproduktion von 28 Proc. ergeben hatte. E. Wein constatirte eine schädliche Wirkung bei Hafer, Erbsen, Bohnen, Déherain eine schädliche Wirkung bei Zuckerrüben, eine schädliche Nachwirkung sogar bei der auf die Zuckerrüben folgenden Esparsette.

Ist es nun auch anzunehmen, daß eine wirklich schädliche Wirkung der Ammoniaksalzdüngung nur unter selten vorkommenden Ausnahmeverhältnissen stattfinden kann, so hat man immerhin doch mit derselben zu rechnen, und es dürfte einer gründlichen Aufklärung über diese Frage mit um so größerem Interesse entgegengesehen werden, als man über die Ursache der nachtheiligen Wirkung noch gar nichts weiß. Ob das Ammoniak als solches nachtheilig wirkt, wenn es in größerer Menge vorhanden ist, oder ob die Schwefelsäure des Ammoniaksalzes es ist, welche den Pflanzen nicht zusagt, oder ob endlich es Verunreinigungen des Düngesalzes waren, durch welche Störungen in der Vegetation hervorgerufen wurden — man weiß es noch nicht. Darauf hinzuweisen aber müssen wir an dieser Stelle Veranlassung nehmen, daß schädliche Verunreinigungen, welche möglicherweise recht oft die Ursache nachtheiliger Ammoniaksalzwirkung haben sein können, beim Chilisalpeter absolut ausgeschlossen sind, während man im käuflichen Ammoniaksalz bereits eine in hohem Grade schädlich wirkende (in neuerer Zeit allerdings nur noch selten darin vorkommende) Verbindung, das Rhodanammonium, aufgefunden hat und man beim Ankauf von schwefelsaurem Ammoniak daher Rücksicht auf dieses Pflanzengift nehmen muß.

9. Welche Erfahrungen hat man in der landw. Praxis gemacht über die Erfolge der Salpeterdüngung im Vergleich zur Ammoniaksalzdüngung?

Ueber diese Frage geben die in der Tabelle 5 S. 97 und Tabelle V S. 107 zusammengestellten Zahlen Aufschluß.

Eine zur Berechnung brauchbarer Durchschnittsergebnisse genügende Anzahl von Versuchen ist nur mit Weizen, Gerste, Kartoffeln, Zuckerrüben, Futterrüben und Wiesengräsern ausgeführt worden. Für Roggen und Hafer liegen wenig Versuche vor, und es sind die Resultate dieser Versuche zu widersprechend, als daß man ihnen einen Werth beilegen könnte. Wenn Lott, König und Heiden z. B. gefunden haben, daß 100 Kilo Chilisalpeter einen um 168 Kilo Roggen, 361 Kilo Haferkörner und 834 Kilo Haferstroh höheren Ertrag gegeben haben als die entsprechende Ammoniakdüngung; Lawes und Gilbert dagegen im Durchschnitt von 18 Versuchen einen um 23 Kilo Haferkörner und 65 Kilo Haferstroh geringeren Ertrag bei der Salpeterdüngung im Vergleich zur Ammoniakdüngung erzielt haben: so sind das Widersprüche, die man durch einfache Durchschnittsberechnung der betreffenden Zahlen nicht beseitigen darf, so lange keine erheblich größere Anzahl von Versuchen vorliegt.

Ein umfassenderes Material dagegen bieten uns die mit Weizen und Gerste ausgeführten Versuche. Sind auch hier — wie es ja bei Felddüngungsversuchen nicht anders möglich ist — die Widersprüche immer noch sehr groß, so ist doch die Anzahl der Versuche eine bedeutendere, so daß die aus ihren Resultaten berechneten Durchschnittszahlen einige Anhaltspunkte bieten. Zu bedauern bleibt nur, daß unter den Versuchen sich sehr wenige finden, die in Deutschland ausgeführt wurden; die weitaus meisten derselben sind von Völcker, Lawes und Gilbert in England angestellt worden, beziehen

sich also auf englisches Klima und in der Regel nur auf wenige Bodenarten.

Im Mittel aller zur Berechnung gezogenen 88 Weizendüngungsversuche (davon 80 Versuche aus England) wurden durch **100 Kilo Chilisalpeter,** gegenüber einer Düngung von 75 Kilo schwefelsaures Ammoniak, **mehr** erhalten:

25 Kilo Körner
127 „ Stroh

und im Mittel der 81 Gerstedüngungsversuche (davon alle Versuche bis auf 2 aus England) wurden durch **Chilisalpeter mehr** erhalten:

57 Kilo Körner
217 „ Stroh.

Der durch Chilisalpeter bewirkte Mehrertrag übersteigt also den durch die entsprechende Ammoniakdüngung hervorgebrachten in nicht unerheblichem Maße.

Weit bedeutender noch sind bei den Kartoffel- und Rübendüngungen die Resultate zu Gunsten der Salpeterdüngung ausgefallen.

Im Mittel aus 18 in der Provinz Sachsen ausgeführten Versuchen wurden durch 100 Kilo Chilisalpeter 251 Kilo Kartoffeln mehr als durch die entsprechende Ammoniakdüngung erhalten. Ebenso erhielten Lawes und Gilbert im Mittel 9jähriger Versuche 200 Kilo Kartoffeln mehr durch Chilisalpeter als durch Ammoniaksalz, sobald ausschließliche Stickstoffdüngung gegeben wurde; unter Beidüngung von Phosphorsäure und Kali dagegen überstieg umgekehrt der Ammoniakertrag den Salpeterertrag um 53 Kilo, ein Resultat, für welches uns keine Erklärung vorliegt. Auch Holdefleiß erhielt einen bedeutenden Minderertrag bei Salpeterdüngung im Vergleich zur Ammoniakdüngung (1233 Kilo Kartoffeln pr. 100 Kilo Chilisalpeter), doch erklärt sich dieses Resultat aus der für die Salpeterwirkung ausnehmend ungünstigen Bodenbeschaffenheit (sehr durchlässiger leichter Sandboden) und der sehr nachtheiligen Jahreswitterung.

Schließt man jedoch auch diese Versuche nicht aus, sondern berechnet das Mittel aller (36) Resultate, so bleibt immerhin noch ein Plus von 164 Kilo Kartoffeln zu Gunsten der Salpeterdüngung (berechnet auf 100 Kilo Chilisalpeter).

Die verhältnißmäßig zuverlässigsten Zahlen für den Mehrertrag des Chilisalpeters sind wohl bezüglich der Zuckerrüben gewonnen worden, wenigstens ist die Anzahl der hierher gehörenden Versuche eine recht große.

Im Mittel von 91 in der Provinz Sachsen ausgeführten Versuchen wurden durch 100 Kilo Chilisalpeter **883 Kilo** und im Mittel aller (144) zur Berechnung gezogenen Versuche **920 Kilo** Zuckerrüben mehr als durch die entsprechende Ammoniaksalzdüngung geerntet.

Es ist somit als vollkommen erwiesen anzusehen, daß der in Form von schwefelsaurem Ammoniak gegebene Stickstoff durchschnittlich einen geringeren Mehrertrag hervorbringt als der Salpeterstickstoff, und es hat sich das Uebergewicht des letzteren am meisten bei der Rübendüngung, darnach bei den Kartoffeln, den Halmgewächsen und Wiesengräsern gezeigt.

Will man ungefähre Anhaltspunkte aus den bisher vorliegenden Versuchen ableiten, so kann man sagen:

100 Kilo Chilisalpeter liefern einer Düngung von 75 Kilo Ammoniaksalz gegenüber ein Mehr von:

50 Kilo Körner u. 100 Kilo Stroh bei Halmgewächsen,
150 „ Wiesenheu (laut Versuchen in England),
200 „ Kartoffeln,
900 „ Zuckerrüben,
1700 „ Futterrüben (laut Versuchen in England).

10. Kann man die Wirkung der Salpeterdüngung durch Beigaben von Phosphaten und Kalisalzen steigern?

Im Abschnitt 1 wurden die für das Pflanzenleben als unentbehrlich erkannten Nährstoffe aufgezählt, und es wurde von

ihnen gesagt: „Fehlt ein einziger derselben, so ist eine Ernährung der Pflanze, so ist die Erzeugung von organischer Substanz, das eigentliche „Wachsen“ der Pflanze ganz unmöglich.“ Bezieht man dies auf die in der Ueberschrift genannte Frage, so gelangt man zu folgendem Satz:

Der Chilisalpeter kann nur dann zu voller Wirkung kommen, wenn Phosphorsäure, Kali und andere Nährstoffe in ausreichender Menge vorhanden sind. Ist letzteres also nicht der Fall, ist der Boden arm an Phosphorsäure, vielleicht auch arm an Kali, so wird man die Wirkung einer Salpeterdüngung erheblich steigern können, wenn man Beidüngungen von Phosphorsäure und eventuell auch von Kalisalzen giebt.

Wir sind in der Lage, auf Grund der bei Düngungsversuchen erzielten Resultate die Richtigkeit dieses Satzes nachweisen zu können.

Bei Versuchen von Lawes und Gilbert bewirkten je 100 Kilo Chilisalpeter einerseits bei ausschließlicher Anwendung von Salpeter (also bei Phosphorsäuremangel), andererseits nach beigegebener Phosphorsäuredüngung (also bei Phosphorsäureüberschuß) die folgenden Mehrerträge*):

		Körner Kilo	Stroh Kilo
Weizen im Mittel von 33 Jahren	bei Phosphorsäureüberschuß	217	566
	bei Phosphorsäuremangel	101	269
	also mehr bei Ph.-Uebersch.	**116**	**297**
Gerste im Mittel von 16 Jahren	bei Phosphorsäureüberschuß	492	662
	bei Phosphorsäuremangel	288	479
	also mehr bei Ph.-Uebersch.	**204**	**183**
Hafer im Mittel von 5 Jahren	bei Phosphorsäureüberschuß	210	424
	bei Phosphorsäuremangel	179	335
	also mehr bei Ph.-Uebersch.	**31**	**89**

*) Siehe Tabelle 1 u. 2, S. 88 u. 91.

		Körner Kilo	Stroh Kilo
Hafer im Mittel von 4 Jahren	bei Phosphorsäureüberschuß	197	313
	bei Phosphorsäuremangel	140	201
	also mehr bei Ph.=Uebersch.	**57**	**112**
Kartoffeln im Mittel von 9 Jahren	bei Phosphorsäureüberschuß	1250	Kartoffeln
	bei Phosphorsäuremangel	308	"
	also mehr bei Ph.=Uebersch.	**942**	"

Ebenso ergaben Versuche von Völcker die folgenden Mehrerträge:

		Körner Kilo	Stroh Kilo
Weizen im Mittel von 7 Jahren	bei Phosphorsäureüberschuß	308	319
	bei Phosphorsäuremangel	151	328
	also mehr bei Ph.=Uebersch.	**157**	**— 9**
Gerste im Mittel von 7 Jahren	bei Phosphorsäureüberschuß	448	686
	bei Phosphorsäuremangel	225	386
	also mehr bei Ph.=Uebersch.	**223**	**300**

Man sieht aus diesen Zahlen, in wie hohem Grade die Wirkung der Salpeterdüngung steigt, sobald der Phosphorsäurevorrath des Bodens auf die erforderliche Höhe gebracht worden ist, und es ergiebt sich daraus die hochwichtige Aufgabe für den praktischen Landwirth, Sorge zu tragen, daß Phosphorsäure, Kali und andere Nährstoffe, überhaupt alle auf das Wachsthum der Pflanzen einen Einfluß übenden Faktoren in ausreichendem Maße vorhanden sind, event. also so weit vermehrt werden, daß der in der Düngung zu gebende Chilisalpeter zu voller Wirkung kommen kann.

Die Nothwendigkeit einer Beidüngung mit Phosphorsäure (in vielen Fällen auch mit Kali) wird man unter den praktischen Verhältnissen des Ackerbaues als Regel ansehen müssen,

um die höchstmögliche Rentabilität der Salpeterdüngung zu erzielen, und nur in Ausnahmefällen wird man von einer ausschließlichen Anwendung von Chilisalpeter den gleichen Nutzen haben.

11. Wie wirkt die Stickstoff-, insbesondere die Salpeterdüngung auf die Qualität der landw. Produkte?

Das Versuchsmaterial, welches über diese höchst wichtige Frage Auskunft geben könnte, ist leider ein recht dürftiges; doch wir wollen versuchen, inwieweit es möglich sein wird, etwaige Anhaltspunkte für die verschiedenen Feldfrüchte daraus zu gewinnen. Wir betrachten

a. die Körnerfrüchte.

Die Tabellen 7 u. 8, S. 100, bezw. VII u. VIII, S. 108, geben uns an, welchen Einfluß die Salpeter- und Ammoniakdüngung auf den Proteingehalt und das Volumgewicht (Hektolitergewicht) gehabt haben. Die Versuche weisen sehr übereinstimmende Resultate auf: der Proteingehalt der Körner hat nach der Stickstoffdüngung um rund **1** % sich vermehrt, während das Protein im Stroh die nur geringe, kaum beachtenswerthe Zunahme von 0,1 bis 0,2 % ergiebt.

Es fragt sich nun, ob eine Zunahme des Proteingehalts in den Körnern vortheilhaft ist oder nicht. Wir können hierauf die Antwort geben, daß eine Proteinvermehrung im Hafer den Gebrauchswerth desselben erhöht; auch in der Praxis ist dies anerkannt, die Berliner Omnibusgesellschaft z. B. normirt den Preis des von ihr anzukaufenden Hafers nach Maßgabe des durch die chemische Analyse festgestellten Proteingehaltes. Auch die für Brennereizwecke zu verwendende Gerste gewinnt an Gebrauchswerth durch Zunahme des Proteingehalts, während dies jedoch bei der Braugerste nicht der Fall ist. Proteinreiche Gerste ist im allgemeinen für Brauzwecke weniger geeignet als proteinärmere, es wird daher eine Aufgabe der Braugerstekultur sein,

Verhältnisse zu finden, unter welchen es möglich ist, eine gute Braugerste zu erzielen, ohne daß der Ertrag des Gerstenackers — wie es bei geringer Stickstoffdüngung oder gänzlichem Ausschluß derselben der Fall sein würde — herabgemindert wird.

Ob es wahr ist, daß — wie man in neuester Zeit mehrfach behauptet hat — die „Backfähigkeit“ des Weizen- und Roggenmehls eine geringere ist, wenn Chilisalpeterdüngung angewendet wurde, bleibt noch zu untersuchen; exakte Prüfungen über diese Frage haben noch nicht stattgefunden. —

Bezüglich der Einwirkung der Stickstoffdüngung auf das Hektolitergewicht der Körner geben die Ermittelungen ziemlich abweichende und widersprechende Resultate. Sehr bedeutend ist jedenfalls die Einwirkung nicht; im Mittel aus 227 Versuchen beträgt die Zunahme des Hektolitergewichts nur 1 Kilo, während bei einseitiger Salpeterdüngung (also ohne Beidüngung von Phosphaten) im Mittel aus 106 Versuchen eine Abnahme des Hektolitergewichts um 1/2 Kilo sich herausgestellt hat.

b. Die Kartoffeln.

Es ist durch zahlreiche Ermittelungen der Einfluß festzustellen versucht worden, welchen die Düngung, insbesondere auch die Salpeterdüngung, auf den Stärkegehalt der Kartoffeln auszuüben vermag, allein es haben diese Versuche bislang nur insoweit zum Ziel geführt, als sie eine diesbezügliche sehr geringe Empfindlichkeit der Kartoffeln ergeben haben.

Während die Kartoffelerträge durch Düngung mit Stickstoffsalzen erheblich gesteigert werden, scheint eine Einwirkung des Stickstoffs auf den Stärkegehalt der Kartoffeln kaum bemerkenswerth zu sein. Selbst Düngungen von 400 Kilo Chilisalpeter einerseits und von 400 Kilo Bakersuperphosphat per Hektar andererseits haben keine nennenswerthe Veränderung in der Qualität der Kartoffeln hervorbringen können.

Ebensowenig, wie die Befürchtung eingetroffen ist, daß

der Stärkegehalt der Kartoffeln durch starke Salpeterdüngung herabgedrückt werden könne — ebensowenig hat sich die Hoffnung bestätigt, daß man andererseits im Stande sein werde, den Stärkegehalt durch starke Phosphatdüngungen zu steigern. Der Stärkegehalt der Kartoffel ist offenbar mehr eine Funktion der Varietät, der klimatischen Verhältnisse, der Bodenbeschaffenheit und der Witterungsverhältnisse, als eine solche der Düngung, wenigstens haben die in der Praxis üblichen Mengen von Düngemitteln so gut wie keinen Einfluß auf die Qualität gehabt.

Eine Ausnahme von dieser Regel bildet nur die späte Anwendung von Chilisalpeter als Kopfdünger. Sowohl der Ertrag der Kartoffeln als auch der Stärkegehalt der Knollen hat sich als ein geringerer erwiesen, wenn der Salpeter nicht mit der Einsaat in den Boden gebracht, sondern als Kopfdünger gegeben war; diese Anwendungsart des Chilisalpeters muß daher bezüglich der Kartoffeln als eine unrationelle bezeichnet werden.

c. Die Zuckerrüben.

Empfindlicher als die Kartoffeln sind die Zuckerrüben gegen eine Düngung mit Chilisalpeter.

Lawes und Gilbert (s. Tabelle 6) fanden im Mittel 3jähriger Versuche, daß sehr starke Salpeterdüngungen (600 Kilo pr. ha) den Zuckergehalt der Rüben um 2 % verminderten, während die entsprechende Ammoniaksalzdüngung eine Verminderung um 1,2 % hervorbrachte; auch Drechsler und Heine erhielten nach starken Düngungen eine Herabminderung um 1 bis 1,3 % Zucker im Rübensaft. Diese Resultate aber stehen vereinzelt da, sie können nur für Ausnahmeverhältnisse gelten und sind nur da zu befürchten, wo der Phosphorsäuregehalt des Bodens gegen den Gehalt an leichtlöslichem Stickstoff sehr zurücktritt oder wo man ausnehmend starke Salpeterdüngungen angewendet und dementsprechend sehr bedeutende Massenerträge erzielt hat.

Unter durchschnittlichen Verhältnissen ist die verminderte Einwirkung der Salpeterdüngung auf den Zuckergehalt der Rüben eine weit geringere.

Zahlreiche Ermittelungen, welche von M. Märcker und H. Schultze bei Rüben, die unter mehr normalen Kulturverhältnissen gebaut waren, geben uns den zuverlässigsten Aufschluß.

Im Mittel aus 125 Versuchen berechnete sich aus den Märcker'schen Arbeiten ein Mindergehalt von **0,14**% Zucker nach Salpeterdüngung und ein Mehrgehalt von **0,23**% Zucker nach Ammoniakdüngung, während sich aus den Versuchen von H. Schultze im Mittel von 27 Einzelresultaten eine Abnahme von **0,09**% Zucker nach Salpeterdüngung und eine Zunahme von **0,04**% Zucker nach Ammoniakdüngung berechnet.

Eine Düngung von 400 Kilo Chilisalpeter pr. ha hat im Vergleich zur Düngung von 200 Kilo Chilisalpeter den Zuckergehalt um **0,58**% (im Mittel von 22 Versuchen von Märcker) vermindert. Neueren Ermittelungen*) zufolge bewirkt beim Anbau edelster Zuckerrüben und bei der Verwendung bestgezüchteten Samens die Anwendung von 400 Kilo Chilisalpeter im Vergleich zur Düngung mit 200 Kilo Chilisalpeter nur noch eine Verminderung des Zuckergehaltes um **0,21**% und eine Verminderung des Reinheitsquotienten um **0,38** (Mittel aus 71 Versuchen, welche in 6 verschiedenen Wirthschaften mit einer großen Anzahl von Varietäten ausgeführt wurden).

Es ist demnach keine Gefahr vorhanden, daß der Chilisalpeter den Zuckergehalt der Rüben in beachtenswerthem Maße vermindert, sobald man die folgenden Regeln beachtet:

a. Man baue eine edle, zuckerreiche Rübenvarietät.

b. Man beschaffe sich den Samen aus bester und zuverlässigster Quelle, treibe eigene Nachzucht nur da, wo Boden und

*) Märcker, Magdeb. Zeitung 1886.

Klima geeignet dafür sind, und wo geeignete Vorsichtsmaßregeln getroffen werden können, daß die Varietät rein erhalten bleibe. Samenwechsel bezw. Regeneration der Rüben durch „Blutauffrischung“ ist in letzterem Fall nicht zu vernachlässigen.

c. Man wende neben Chilisalpeter eine geeignete Phosphorsäuredüngung an, damit die Reife der Rüben nicht verzögert werde.

d. Man gebe die Salpeterdüngung vor der Einsaat und wende sie nicht als Kopfdüngung an.

e. Man pflanze die Rüben dicht und behacke sie vier bis fünfmal; Ertrag und Qualität werden die Arbeit reichlich lohnen.

12. Ist es wahr, daß der Chilisalpeter den Boden ausraubt?

Die Meinung, daß der Chilisalpeter zwar hohe Erträge bringe, dabei aber den Boden sehr erschöpfe, so daß die Nachfrüchte schlecht gedeihen und die Rentabilität der Salpeterdüngung dadurch eine problematische werde, findet sich unter den Praktikern immer noch verbreitet.

Diese Meinung aber ist eine irrthümliche. Um sie auf ihren wahren Grund zurückzuführen, müssen wir die folgenden Punkte hervorheben.

Wenn durch eine Düngung von 100 Kilo Chilisalpeter der Ertrag des Ackers um etwa 300 Kilo Haferkörner und 500 Kilo Haferstroh vermehrt wird, so sind in diesem Mehrertrage rund 10 Kilo Kali und 3 ½ Kilo Phosphorsäure enthalten, und um diese Mengen wird der Boden durch die Salpeterdüngung allerdings ärmer, falls man dieselben dem Acker nicht ersetzt. Es ist ganz selbstverständlich, daß höhere Erträge dem Boden auch entsprechend höhere Nährstoffmengen entziehen und daß die Frage, welche Stoffe und in welchen Mengen man dieselben ersetzen muß, um die Fruchtbarkeit des Bodens dauernd zu erhalten, um so mehr an Bedeutung gewinnt, je höhere Ernten

man erzielt. Dem Chilisalpeter aber einen Vorwurf daraus machen zu wollen, daß er im Boden ruhende Nährstoffe in Pflanzensubstanz überführt, würde wohl recht unlogisch sein, denn das im Boden und Dünger zur Verfügung stehende Rohmaterial in Feldprodukte umzuwandeln ist ja doch der eigentliche Zweck des Ackerbaues.

Aber noch eine andere Frage kommt hier in Betracht, nämlich die: Ist der procentische Gehalt der Erntemasse an Kali und Phosphorsäure ein größerer, wenn mit Chilisalpeter gedüngt wurde, oder mit anderen Worten: veranlaßt der Chilisalpeter die Pflanzen zu einer Luxusaufnahme von Nährstoffen?

Gesetzt, es würden ohne Salpeterdüngung 700 Kilo Weizenkörner à **0,8** % Phosphorsäure, mit Salpeterdüngung 1000 Kilo Weizenkörner à **1,0** % Phosphorsäure geerntet, so hätten jene 700 Kilo Weizenkörner ohne Salpeterdüngung **5,6** Kilo Phosphorsäure, mit Salpeterdüngung dagegen **7** Kilo Phosphorsäure verbraucht. Die Salpeterdüngung würde somit eine Luxusconsumtion von 1,4 Kilo Phosphorsäure bewirkt haben.

Die Frage ist also von Wichtigkeit, ob der procentische Mineralgehalt der Erntemasse durch Salpeterdüngung verändert wird oder nicht; bleibt er sich gleich, so ist nur der durch die Ertragserhöhung entstandene Mehrverbrauch an Nährstoffen in Rechnung zu stellen — erhöht er sich dagegen, so ist der Mehrverbrauch der gesammten Erntemasse zu berücksichtigen.

So weit nun über diese höchst wichtige Frage zuverlässige Ermittelungen vorliegen, darf man sagen, daß die Düngung mit Chilisalpeter den procentischen Gehalt der Erntemasse an Kali und Phosphorsäure nicht erhöht, eine Beraubung des Bodens an genannten Pflanzennährstoffen also nur im Verhältniß des durch die Salpeterdüngung erzielten Mehrertrags geschieht.

Als Beispiel seien die von Emmerling und Loges*) ausgeführten Versuche mit Gerste hier mitgetheilt.

Es wurden geerntet

ohne Stickstoffdüngung	2080 Kilo	Körner,
	3325 „	Stroh;
nach Stickstoffdüngung	2417 Kilo	Körner,
	4502 „	Stroh.

Nun enthielt die ohne Stickstoffdüngung gewonnene Erntemasse:

in den Körnern	11,2 Kilo Kali	und	14,9 Kilo Phosphorsäure,
im Stroh	22,1 „ „	„	3,1 „ „
zus.	33,3 „ „	„	18,0 „ „

und die mit Stickstoffdüngung gewonnene Erntemasse

in den Körnern	13,3 Kilo Kali	und	16,7 Kilo Phosphorsäure,
im Stroh	27,4 „ „	„	3,3 „ „
zus.	40,8 „ „	„	20,0 „ „

Durch einfache Rechnung ist nun leicht zu finden, ob die Salpeterdüngung eine Luxusaufnahme an Kali und Phosphorsäure veranlaßt hat oder nicht.

Wenn 2080 Kilo Körner bei ungedüngt 11,2 Kilo Kali enthalten haben, so berechnet sich daraus auf den bei Salpeterdüngung erzielten Ertrag von 2417 Kilo Körner ein Gehalt von 13,5 Kilo Kali, während thatsächlich nur 13,3 Kilo Kali in dem Ertrage gefunden wurden; ein Luxusconsum von Kali hatte also nicht stattgefunden. Führt man diese Rechnung auch mit den weiteren Zahlen aus, so gelangt man zu folgendem Resultat:

Aus dem Kali- und Phosphorsäuregehalt der bei ungedüngt erhaltenen Erträge berechnet sich für die bei Salpeterdüngung erzielten Erträge ein Gehalt von **43,6** Kilo Kali

*) Biederm. Centralbl. f. Agrikulturchemie, 1881, S. 583.

und **21,5** Kilo Phosphorsäure, wogegen durch die Analyse gefunden wurde: **40,8** Kilo Kali und **20,0** Kilo Phosphorsäure.

Aus diesem Resultat geht hervor, daß eine Luxusaufnahme von Kali und Phosphorsäure durch die Salpeterdüngung nicht veranlaßt worden ist — im Gegentheil, es ist zur Bildung des durch die Stickstoffdüngung bewirkten Mehrertrages eine verhältnißmäßig geringere Menge von Kali und Phosphorsäure verbraucht worden als zur Bildung des ohne Stickstoffdüngung erzielten Ertrages.

Zur Bestätigung dessen, daß die Salpeterdüngung also keine Mehraufnahme von mineralischen Stoffen veranlaßt, mögen noch die Angaben über den Aschengehalt dienen, welche wir einer größeren Reihe von Haferdüngungsversuchen entnehmen, die von Beseler und Märcker*) mitgetheilt wurden.

Der Aschengehalt betrug bei ungedüngt:

Körner 2,8 %, Stroh 6,42 % (Mittel aus 4 Versuchen),

bei Salpeterdüngung (200—400 Kilo per Hektar):

Körner 2,73 %, Stroh 6,45 % (Mittel aus 12 Versuchen).

Der Aschengehalt hat also infolge der Salpeterdüngung absolut keine Zunahme erfahren, und man darf auf Grund der bislang vorliegenden Ermittelungen den Satz aussprechen:

Die Salpeterdüngung veranlaßt nur in dem Maße einen Mehrverbrauch von Pflanzennährstoffen, als dem durch sie bewirkten Mehrertrage entspricht; eine an Mineralstoffen procentisch reichere Erntemasse wird durch die Düngung nicht hervorgebracht.

Endlich aber ist noch ein dritter Punkt in Erwägung zu ziehen, um die vorliegende Frage erschöpfend zu beantworten.

Man hat gesagt, der Chilisalpeter wirke stark lösend auf Kali und Phosphorsäure im Boden, und da er selber so leichtbeweglich im Boden sei und bleibe, infolge dessen leicht in den

*) Zeitschrift des landw. Centralvereins für die Provinz Sachsen, 1884, 4 u. 5.

Untergrund gewaschen werde, so sei es sehr möglich, daß mit ihm auch werthvolle Pflanzennährstoffe in die Tiefe sickerten und für die Vegetation verloren gingen.

Wir müssen hierauf entgegnen, daß auch diese Frage noch nicht in genügend exakter und genügend kritischer Weise bearbeitet worden ist, nur soviel darf als feststehend angesehen werden, daß bisher ausgeführte Versuche, soweit sie mit den praktischen Verhältnissen des Ackerbaus überhaupt in Beziehung zu setzen sind, die oben ausgesprochene Befürchtung nicht bestätigt haben. Die Lösungsfähigkeit des Chilisalpeters für schwerlösliche Bodenbestandtheile ist unter den natürlichen Verhältnissen des Ackerbaus bei weitem nicht so groß, als man aus Laboratoriumsversuchen, die mit viel zu concentrirten Lösungen ausgeführt worden sind, es schließen zu müssen geglaubt hat.

Schwache Lösungen von Chilisalpeter (0,1 bis 0,2 procentige), wie sie in der Ackerkrume entstehen, wirken nach Untersuchungen von Fiedler*) nicht nachweisbar stärker lösend auf Kali und Phosphorsäure als reines Wasser, und wenn vorübergehend concentrirtere Salpeterlösungen im Boden entstehen, so treten diese doch niemals im Ueberschuß zum absorbirend wirkenden Bodenmaterial auf, sie können mithin nicht in der Weise und in dem Maße lösend wirken, als man es bei Laboratoriumsversuchen, bei welchen ein großer Ueberschuß concentrirter Salpeterlösung auf das Bodenmaterial wirkte, gefunden hat.

Wir führen zum Schluß noch die Resultate direkter Ermittlungen über die Frage an, ob die Ertragsfähigkeit des Bodens nach fortgesetzter einseitiger Salpeterdüngung mehr abnimmt als nach entsprechender Ammoniaksalzdüngung.

Lawes und Gilbert**) haben diese Frage bearbeitet und haben die folgenden Resultate erhalten:

---

*) Landw. Versuchsstation, 1880, S. 135.

**) S. Quellenverzeichniß Nr. 25.

32 Jahre hintereinander ausschließlich mit 48 Kilo Ammoniakstickstoff per Hektar gedüngte Gerste ergab während der ersten 16 Jahre einen Ertrag von durchschnittlich:

1936 Kilo Körner, 2401 Kilo Stroh,

während der zweiten 16 Jahre dagegen:

1657 Kilo Körner, 1884 Kilo Stroh,

während der zweiten Periode also weniger:

279 Kilo Körner, **517** Kilo Stroh.

Hiergegen ergab 32 Jahre hintereinander ausschließlich mit 48 Kilo Salpeterstickstoff gedüngte Gerste unter sonst gleichen Verhältnissen während der ersten 16 Jahre:

2230 Kilo Körner, 2935 Kilo Stroh,

während der zweiten 16 Jahre:

1961 Kilo Körner, 2355 Kilo Stroh,

während der zweiten Periode also weniger:

269 Kilo Körner, **580** Kilo Stroh.

Man ersieht hieraus, daß die Abnahme des Ertrages nach Salpeterdüngung nicht größer gewesen ist als nach Ammoniaksalzdüngung, denn die Differenzen von 10 Kilo Körner zu Gunsten des Salpeters und 63 Kilo Stroh zu Gunsten des Ammoniaks sind geringfügig und fallen innerhalb der Fehlergrenzen der Versuche.

Fassen wir unsere vorstehenden Darlegungen zusammen, so ergiebt sich das Resultat, daß eine Beraubung des Bodens durch Salpeterdüngung nicht in dem Sinne eines Verlustes von Nährstoffen stattfindet, dieselbe vielmehr nur in dem Maße geschieht, als durch die Salpeterdüngung höhere Erträge erzielt werden und die höheren Erträge selbstverständlich auch entsprechend mehr Nährstoffe beanspruchen als die geringeren.

Der Anwendung von Chilisalpeter steht demnach von dieser Seite absolut kein Bedenken entgegen.

13. Ist es wahr, daß die Düngung mit Chilisalpeter „viel Stroh aber wenig Körner“ giebt?

Man hört bisweilen — früher allerdings weit häufiger als in neuerer Zeit — von Praktikern die Meinung aussprechen: „Der Chilisalpeter wirkt nur auf die Blattentwickelung, er bringt die Pflanzen schnell in die Höhe, die Halme werden sehr lang, die Aehren jedoch kurz, man erhält „viel Stroh aber wenig Körner“.

Es ist diese Meinung, welche man, wie gesagt, in neuerer Zeit schon weit seltener vertreten findet als früher, insofern eine durchaus irrthümliche, als die Salpeterdüngung keineswegs nur die Stroherträge, sondern in sehr erheblichem Maße auch die Körnererträge vermehrt. Im Abschnitt 16 S. 45 werden wir die durch Salpeterdüngung erzielten Erträge näher ins Auge fassen.

Jener Irrthum jedoch, welcher in der oben angeführten Meinung mancher Praktiker liegt, ist aus einer ganz richtigen Beobachtung entstanden, aus der Beobachtung nämlich, daß der Salpeter neben einer Erhöhung der Körnererträge ganz insbesondere auch die Stroherträge mehr zu erhöhen vermag als andere Stickstoffdünger.

Wie man aus der Tabelle V S. 107 ersieht, hat der Mehrertrag der Salpeterdüngung den Mehrertrag der Ammoniakdüngung

beim Weizen um 25 Kilo Körner und 127 Kilo Stroh,
bei der Gerste „ 27 „ „ „ 117 „ „

überstiegen. Das Uebergewicht des Chilisalpeters über andere Stickstoffdünger also drückt sich mehr noch in den Stroherträgen als in den Körnererträgen aus, und diese Thatsache ist es, aus welcher jene irrthümliche Meinung entstanden ist.

Die Meinung also, daß der Salpeter „viel Stroh aber wenig Körner“ erzeuge, ist dahin zu berichtigen, daß die Salpeter-

düngung sowohl mehr Stroh als auch mehr Körner erzeugt, im Vergleich zur entsprechenden Düngung mit Ammoniaksalz, Guanostickstoff, Blutmehl ꝛc., daß aber solches Uebergewicht über die Vergleichsdünger sich vorzugsweise in einer vermehrten Strohproduktion zeigt.

Um für diese Thatsache bestimmte Zahlen anzuführen, verweisen wir auf die Tabelle 9 und IX S. 101 u. 109.

Als das Gesammtmittel der für Hafer, Weizen und Gerste (für Roggen liegen zu wenig Versuche vor) berechneten Zahlen ergiebt sich, daß auf je 100 Theile Körner geerntet wurden:

			Mittel aus Versuchen:
bei ungedüngt	150	Theile Stroh	202
„ Salpeterdüngung	**162**	„ „	222
„ Ammoniaksalzdüngung	156	„ „	91
„ Phosphorsäuredüngung	144	„ „	192
„ Phosphorsäure- und Salpeterdüngung	**160**	„ „	171
„ Phosphorsäure- und Ammoniakdüngung	157	„ „	158

Man sieht zugleich aus diesen Zahlen, daß im Mittel zahlreicher Fälle der Einfluß des Salpeters auf hervorragende Strohbildung gar nicht so bedeutend ist, als man ihn gewöhnlich annimmt und er in einzelnen besonderen Fällen ja auch sein mag.

14. Welche Pflanzen werden die Salpeterdüngung der Rechnung nach am meisten lohnen?

Von einem neuen Gesichtspunkte aus ist diese Frage kürzlich behandelt worden. Wir folgen den betreffenden Ausführungen und stellen die folgende Rechnung an.

Gesetzt, es werden 100 Kilo Chilisalpeter in den Boden

gebracht; wie hoch können die durch diese Düngung zu erzielenden Mehrerträge sein? —

In den 100 Kilo Chilisalpeter sind durchschnittlich 15 1/2 Kilo Stickstoff enthalten, und aus dieser Stickstoffmenge können beispielsweise 775 Kilo Kleeheu producirt werden, denn 100 Kilo Kleeheu enthalten 2 Kilo Stickstoff, mithin sind in 775 Kilo Kleeheu 15 1/2 Kilo Stickstoff enthalten oder können durch diese hervorgebracht werden. Nun ist es aber nicht richtig, wenn man annimmt, daß die *ganze* Menge des in der Düngung gegebenen Stickstoffs im Mehrertrage wieder erscheint. Ein Theil des Stickstoffs entzieht sich der Aufnahme durch die Wurzeln, er bleibt im Boden zurück und versickert vielleicht in den Untergrund, auch ist zu bedenken, daß ja nicht nur ein Mehrertrag an *oberirdischer* sondern auch an *unterirdischer* Pflanzenmasse durch die Salpeterdüngung producirt wird, auch die *Wurzelmasse* vermehrt sich und der zur Vermehrung der Wurzeln verbrauchte Stickstoff wird nicht geerntet. Wir wollen daher annehmen, daß von dem in 100 Kilo Chilisalpeter enthaltenen Stickstoff rund 10 Kilo in der Erntemasse zurück erhalten werden, oder mit anderen Worten, daß 100 Kilo Chilisalpeter so viel Mehrertrag bei den verschiedenen Kulturpflanzen bewirken, als aus je 10 Kilo Stickstoff an Erntesubstanz erzeugt werden kann. Sind nun beispielsweise in 100 Kilo Kleeheu 2 Kilo Stickstoff enthalten, so können 10 Kilo Stickstoff bezw. 100 Kilo Chilisalpeter einen Mehrertrag von 500 Kilo Kleeheu hervorbringen. Oder sind beispielsweise in 100 Kilo Wiesenheu 1,6 Kilo Stickstoff enthalten, so können 10 Kilo Stickstoff, bezw. 100 Kilo Chilisalpeter einen Mehrertrag von 10 mal 100 dividirt durch 1,6 = 625 Kilo Wiesenheu erzeugen. Kennen wir also den mittleren Stickstoffgehalt der Erntemasse, so können wir berechnen, wie hoch der Mehrertrag bei einer jeden landwirthschaftlichen Kulturpflanze ausfallen wird, den wir durch eine Düngung von 100 Kilo Chilisalpeter bezw.

durch 10 Kilo Stickstoff erhalten können, und berechnen wir daneben den Geldwerth der betreffenden Erntemengen, so brauchen wir von diesem Geldwerth nur noch den Preis des angewendeten Salpeters sowie den Marktpreis der in dem Mehrertrage enthaltenen Mengen von Kali und Phosphorsäure in Abzug zu bringen, um zu finden, wieviel Gewinn wir bei einer Düngung von je 100 Kilo Chilisalpeter erhalten können, je nachdem wir Klee, oder Wicken, oder Raps, Getreide 2c. mit Salpeter düngen.

Mit einer kleineren Anzahl landwirthschaftlicher Kulturpflanzen haben wir diese Rechnung ausgeführt und die Resultate in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

10 Kilo Stickstoff können einen Mehrertrag produciren:

von	Ungefährer Geldwerth des Mehrertrags in M.		Geldwerth des Mehrertrags nach Abzug der Kosten (25 M.) f. 100 Kilo Chilisalpeter in M.
347 Kilo Gerstenkörner	56	70	45
694 „ Gerstenstroh	14		
331 „ Haferkörner	46	60	35
662 „ Haferstroh	14		
176 „ Erbsenkörner	28	36	11
352 „ Erbsenstroh	8		
209 „ Rapskörner	63	70	45
627 „ Rapsstroh	7		
2564 „ Kartoffeln	77	77	52
256 „ „ -kraut	—		
3922 „ Futterrunkeln	55	55	30
980 „ Blätter	—		
493 „ Wickenheu	24		1
493 „ Luzerneheu	30		5
500 „ Rothkleeheu	31		5
625 „ Wiesenheu	30		6

In überraschender Weise zeigt diese Tabelle, wie ungemein verschieden die Rentabilität der Salpeterdüngung sich gestaltet, je nachdem die Erntemasse stickstoffreich oder stickstoffarm ist. Je stickstoffreicher die Erntemasse ist, um so weniger kann ein gegebenes Stickstoffquantum von derselben produciren, je stickstoffärmer sie dagegen ist, um so größer muß der Mehrertrag sein, der durch die Salpeterdüngung hervorgebracht wird.

Die stickstoffreichen Pflanzen, wie Wicken, Erbsen, Rothklee, Luzerne, lohnen, wie obige Rechnung ergiebt, die Salpeterdüngung in so geringem Maße, daß man sich wohl kaum entschließen darf, diese Pflanzen mit Stickstoff zu düngen, während dagegen die Gerste, der Hafer, die Kartoffeln, Futterrunkeln eine hohe Rente der Salpeterdüngung in Aussicht stellen. Zwei bemerkenswerthe Beispiele dafür, wie sehr man bei Salpeterdüngungsfragen den Geldwerth des Ernteproduktes in Rechnung ziehen muß, liefern der Raps und die Wiesengräser. Die Wiesengräser sind arm an Stickstoff, daher vermögen 10 Kilo Stickstoff den hohen Mehrertrag von 625 Kilo Heu hervorzubringen; 100 Kilo Heu aber haben einen Werth von nur 5 Mk., woraus folgt, daß die Rente der Stickstoffdüngung sich auf nur 6 Mk. berechnet. Der Raps dagegen ist reich an Stickstoff, 10 Kilo Stickstoff können daher nicht mehr als nur 209 Kilo Rapskörner produciren, allein 100 Kilo Rapskörner haben einen Werth von circa 30 Mk. und so kommt es, daß die Rente jener Stickstoffdüngung sich beim Raps trotz des verhältnißmäßig geringeren Mehrertrages auf 45 Mk. berechnet.

Welch hohen praktischen Werth diese Rechnung hat, liegt auf der Hand; um nun aber die Rentabilitätsfragen der Salpeterdüngung unter Berücksichtigung der einzelnen Kulturpflanzen weiter zu klären, müssen wir fragen: ist es richtig, daß wir bei allen Kulturpflanzen die gleiche Ausnutzungsfähigkeit für die Stickstoffdüngung voraussetzen dürfen?

Wir haben bei obiger Rechnung angenommen, daß von

15,5 Kilo Stickstoff, die in Form von 100 Kilo Chilisalpeter in den Boden gebracht werden, von allen Kulturpflanzen gleichmäßig 10 Kilo zur Erzeugung eines Mehrertrags verwendet werden. Nun kann es ja aber sein, daß die Aufnahmefähigkeit der Kulturpflanzen für Stickstoff eine verschiedene ist, es ist möglich, daß die eine Kulturpflanze vielleicht 12 Kilo Stickstoff von den in der Düngung gegebenen 15,5 Kilo zurückliefert, die andere dagegen nur 9 Kilo, eine dritte vielleicht nur 6 Kilo u. s. w. — kurz, es ist nothwendig zu wissen, wie groß die Aufnahmefähigkeit der verschiedenen Kulturpflanzen für Stickstoff ist, worüber uns der folgende Abschnitt Aufschluß geben soll.

15. Was haben wissenschaftliche Versuche über das Ausnutzungsvermögen der verschiedenen Kulturpflanzen für Stickstoffdüngung ergeben?

Wir führen die Mittelresultate einer größeren Reihe exakter Vegetationsversuche an, welche auf der Versuchsstation Darmstadt*) zur Lösung der vorliegenden Frage ausgeführt worden sind.

Unter absolut gleichen Bodenverhältnissen und sonstigen Vegetationsbedingungen wurde durch Salpeterdüngung erhalten:

a) auf phosphorsäurearmem Boden:

bei Erbsen 4 % Mehrertrag,
„ Gerste **13** „ „

b) auf phosphorsäurereichem Boden:

bei Erbsen 6 % Mehrertrag,
„ Gerste **33** „ „

c) auf phosphorsäurearmem und kalireichem Boden:

bei Erbsen 4 % Mehrertrag,
„ Gerste **55** „ „

---

*) Landwirthschaftliche Jahrbücher, 1883, S. 583, und „Einige prakt. wichtige Düngungsfragen“, 5. Aufl.

und weiter aus einer anderen Versuchsreihe:

a) auf phosphorsäurearmem Boden:

bei	Erbsen	2 %	Mehrertrag,
„	Lupinen	0 „	„
„	Hafer	**38** „	„
„	Gras	**38** „	„

b) auf phosphorsäurereichem Boden:

bei	Erbsen	3 %	Mehrertrag,
„	Lupinen	2 „	„
„	Hafer	**79** „	„
„	Gras	**78** „	„

Aus diesen Resultaten ersieht man auf das deutlichste, daß die Wirkung und somit auch die Rentabilität der Salpeterdüngung bei den einzelnen Kulturpflanzen in hohem Grade verschieden ist.

Bei Hafer, Gras und Gerste hat die Salpeterdüngung einen enorm hohen Mehrertrag hervorgebracht, während die gleiche Salpeterdüngung auf dem gleichen Boden und unter absolut gleichen Vegetationsverhältnissen bei Erbsen und Lupinen so gut wie gar keinen Mehrertrag bewirkt hat.

Hafer, Gerste und Gras können nur üppig wachsen, wenn sie eine große Menge leichtlöslichen Stickstoffs im Boden finden, daher wirkt auf diese Pflanzen eine Salpeterdüngung in so hohem Grade. Erbsen und Lupinen dagegen sind Pflanzen, welchen es gar nicht so große Schwierigkeit macht, sich den nöthigen Stickstoff aus Boden und atmosphärischer Luft zu verschaffen, sie bedürfen einer größeren Menge von leichtlöslichem Stickstoff im Boden nicht, sie liefern unter normalen Düngungszuständen des Bodens selbst ohne Stickstoffdüngung schon so hohe Erträge, wie sie unter den anderweit gegebenen Verhältnissen überhaupt möglich sind, und eine Chilisalpeterdüngung würde bei diesen Pflanzen unrentabel sein.

Bemerkenswerth ist es, daß gerade den stickstoffreichsten

Pflanzen, also denjenigen Kulturgewächsen, welche die größte Menge von Stickstoff aus dem Boden aufzunehmen haben, es erheblich leichter ist, sich den nöthigen Stickstoff zu verschaffen, als Pflanzen, welche nur eines geringen Stickstoffquantums bedürfen.

Eine hochwichtige Aufgabe der wissenschaftlichen Forschung ist es, für eine jede einzelne Kulturpflanze festzustellen, wie groß ihre Fähigkeit ist, sich Stickstoff aus den ihr zu Gebote stehenden Quellen zu verschaffen, wie groß ihr Bedürfniß nach löslichem Stickstoff ist und in wie hohem Grade sie die Fähigkeit hat, eine Stickstoffdüngung auszunutzen und zu einer rentabelen zu machen.

Welche Kulturpflanze gewährt die größte Garantie für eine befriedigende Rente der Salpeterdüngung und in welcher Reihenfolge stufen sich hiergegen die übrigen Kulturpflanzen ab? — das ist eine Frage von höchster Bedeutung, sie ist durch wissenschaftliche Versuche erst zum Theil gelöst, und wir werden jetzt sehen, in wie weit die in der landwirthschaftlichen Praxis ausgeführten Düngungsversuche uns einen Aufschluß über diese Frage geben.

16. Was hat die landwirthschaftliche Praxis über die Rentabilitätsfrage der Salpeterdüngung ergeben?

Düngungsversuche mit Chilisalpeter auf größeren, $^1/_8$ bis $^1/_4$ Hektar großen Ackerparzellen sind in recht großer Anzahl von praktischen Landwirthen — zum Theil unter Leitung und Mitwirkung von Versuchsstationen — ausgeführt und in ihren Resultaten mitgetheilt worden. Von allgemeinem Interesse ist nun ein einzelner solcher Versuch nicht, indem das Resultat der Düngung ja in so hohem Grade beeinflußt wird durch die besonderen Verhältnisse, unter welchen der Versuch ausgeführt wurde.

Wenn man bedenkt, daß die Wirkung des Chilisalpeters abhängig ist von dem Gehalt des Bodens an Stickstoff sowie

an anderen Nährstoffen, von der Zeit der Anwendung, von der Art des Unterbringens, von den Einflüssen des Klimas und der Witterung, von der physikalischen Beschaffenheit der Ackerkrume und des Untergrundes u. s. w., so ist es leicht verständlich, daß die gleiche Salpeterdüngung bei dem einen Versuch einen sehr hohen Mehrertrag, bei dem andern einen geringen oder vielleicht gar keinen Mehrertrag bewirkte, ja, nimmt man hinzu, daß die Resultate der Felddüngungsversuche schon durch die Ungleichheit der zum Versuch gezogenen Aecker sehr unsicher und ungenau sind und daß in Folge von allerlei Beschädigungen der Pflanzen durch ober- und unterirdische Feinde sowie durch Ungenauigkeit bei der Ausführung der Versuche eine Menge von Fehlerquellen entstehen, so wird man es begreiflich finden, daß die allerwidersprechendsten Resultate zum Vorschein gekommen sind.

Der einzelne Felddüngungsversuch kann als solcher absolut keinen Werth für uns haben. Aber er kann verwerthet werden, indem man eine große Anzahl solcher Versuche zusammenstellt und — dem Vorschlage Adolf Mayers entsprechend — ein Mittelresultat berechnet. Addirt man eine große Anzahl von Versuchsresultaten, die theils mit einem Plusfehler, theils mit einem Minusfehler behaftet sind, so gleichen sich durch Addition diese Fehler aus, und man erhält ein der Wahrheit um so näher kommendes Resultat, je größer die Anzahl der Einzelresultate ist.

Welchen Werth aber hat ein so berechnetes Mittelresultat für die Praxis?

Stellen wir alle Salpeterdüngungsversuche zusammen, welche man beispielsweise mit Gerste ausgeführt hat und berechnen den mittleren Mehrertrag, den etwa je 100 Kilo Salpeter bei diesen Versuchen ergeben haben, und führen wir andererseits die gleiche Rechnung mit Salpeterdüngungsversuchen bei Kartoffeln aus — welchen praktischen Werth können solche Mittelzahlen für den Landwirth haben?

Unzweifelhaft können sie sehr werthvolle Anhaltspunkte bieten.

Gesetzt, es stelle sich heraus, daß im Mittel aller Versuche je 100 Kilo Chilisalpeter bei Gerste einen Mehrertrag von 300 Kilo Körnern und 600 Kilo Stroh, bei Kartoffeln einen Mehrertrag von 1200 Kilo Kartoffelknollen ergeben haben, so würde man das Folgende hieraus entnehmen:

300 Kilo Gerstenkörner und 600 Kilo Stroh haben einen Geldwerth von 60 M., 1200 Kilo Kartoffeln dagegen einen Werth von nur 36 M., folglich gewährt die Gerste eine erheblich höhere Rente der Salpeterdüngung als die Kartoffel.

Nun ist es ja freilich keineswegs gesagt, daß der Landwirth, wenn er einen Gerstenacker mit 100 Kilo Salpeter düngt, stets einen Mehrertrag von 300 Kilo Gerstenkörnern erzielen wird, die 300 Kilo sind das Mittel der Versuche, sie beziehen sich auf mittlere Verhältnisse des Bodens, des Klimas und der Witterung, und je mehr in einem speciellen Fall die Wachsthumsverhältnisse günstiger sind als die „mittleren", um so mehr wird der Ertrag das Mittel von 300 Kilo übersteigen, während er andererseits auch eben so sehr unter das Mittel sinken wird, sobald die Verhältnisse weniger günstig sind als die „mittleren".

Immerhin — das wird man zugeben — hat es für den Landwirth einen großen Werth, wenn man ihm angeben kann, wie hoch sich im Mittel aus allen Versuchen der Mehrertrag stellt, den die Salpeterdüngung bei Gerste, Hafer, Rüben, Kartoffeln &c. unter den verschiedensten Verhältnissen des Bodens, des Klimas und der Witterung hervorgebracht hat.

Verfasser glaubte daher sich der nicht geringen Arbeit unterziehen zu sollen, die in der Literatur des In- und Auslandes bekannt gewordenen Salpeterdüngungsversuche möglichst vollständig zu sammeln und — soweit sie nicht nach Anlage und Ausführung völlig unbrauchbar erschienen — zur Ermittelung von Durchschnittsergebnissen zu benutzen.

Als das Resultat dieser Arbeit sind im Anhang die Tabellen (1 bis 9), sowie eine Zusammenstellung der Mittelergebnisse (Tabellen I bis IX) beigefügt und es werden, wie bei den Fragen 9 bis 13 es bereits geschehen ist, die nun folgenden Ausführungen auf jene Mittelzahlen gegründet werden.

a. Wie hat die Salpeterdüngung bei Halmgewächsen rentirt?

Ueber diese Frage liegen die Resultate einer sehr großen Anzahl von Felddüngungsversuchen vor. Berechnet man das Mittelergebniß der in den Tabellen 1 und 2, bezw. I und II zusammengestellten 303 Versuche, so gelangt man zu dem Resultat, daß je 100 Kilo Chilisalpeter im Vergleich zu ungedüngt beziehungsweise zu stofffreier Düngung bei Roggen, Weizen, Hafer und Gerste einen Mehrertrag von **260 Kilo Körner** und **456 Kilo Stroh** ergeben haben.

Aus diesen Erträgen berechnet sich eine ungemein hohe Rente der Stickstoffdüngung, denn nimmt man den Werth der Körner auch nur zu 14 Mk. und den des Strohes zu 3 Mk. per 100 Kilo an, so stellen die 260 Kilo Körner + 456 Kilo Stroh einen Werth von 50 Mk. dar, während die Düngung von 100 Kilo Chilisalpeter z. Z. nicht mehr als 25 Mk. kostet.

Die Rentabilität der Salpeterdüngung bei Halmgewächsen wird sich hiernach auf **100 %** stellen, doch darf man annehmen, daß sie in den meisten Fällen sogar noch erheblich höher sein wird.

Sehen wir uns die Tabelle 1 S. 88 an, so finden wir unter den zur Berechnung gezogenen Versuchen sehr viele, welche unter Verhältnissen ausgeführt wurden, die für die Salpeterwirkung ganz besonders ungünstig waren. Zunächst fallen uns 33 Weizendüngungsversuche von Lawes und Gilbert auf, welche als Mittelertrag von je 100 Kilo Chilisalpeter nur 101 Kilo Körner ergeben haben. Dies Resultat ist nicht befremdlich, denn

es wurde 33 Jahre hintereinander ausschließlich mit Stickstoff, also ohne jeglichen Ersatz von Kali und Phosphorsäure, gedüngt. Ebenso finden sich 7 Weizendüngungsversuche von Völker vor, welche aus den gleichen Ursachen nur 151 Kilo Körner ergeben haben. Auch unter den in der Provinz Sachsen ausgeführten Versuchen mit Gerste finden sich verhältnißmäßig viele (28 von 34), welche (bei ausschließlicher Stickstoffdüngung) einen Mehrertrag von nur 38—89 Kilo Körner auf je 100 Kilo Chilisalpeter ergeben haben, während unter Beidüngung von Phosphaten, wie Tabelle 4 S. 94 ergiebt, ein Mehrertrag von 517 Kilo Körner auf je 100 Kilo Chilisalpeter und Phosphat (Mittel aus 34 in der Provinz Sachsen ausgeführten Versuchen) erzielt wurde.

Erwägt man also, daß unter den zu obiger Durchschnittsberechnung verwendeten 303 Versuchen circa 70 Versuche sich befinden, welche so geringe Erträge aufweisen, wie sie nur unter Ausnahmeverhältnissen erzielt werden; erwägt man ferner, daß unter jenen 303 Versuchen sich nicht mehr als nur 82 Versuche befinden, bei welchen eine Beidüngung von Phosphaten gegeben war, bei sehr vielen der übrigen Versuche es also an Phosphorsäure gefehlt haben wird, um die Salpeterdüngung zur vollen Wirksamkeit kommen zu lassen: so wird man mit Sicherheit annehmen dürfen, daß unter mehr normalen Verhältnissen und bei genügendem Phosphorsäurevorrath im Boden der durch je 100 Kilo Chilisalpeter bewirkte Mehrertrag sich auf durchschnittlich

300 Kilo Körner
und 500 „ Stroh

beläuft, woraus sich bei Annahme obiger Marktpreise eine Rentabilität von 120—130 % berechnen würde.

Eine Bestätigung findet diese hohe Rentabilität der Chilisalpeterdüngung durch die in der Tabelle IV. zusammengestellten Versuche.

Im Mittel von 149 Versuchen wurden durch je 100 Kilo Chilisalpeter unter Beidüngung von Phosphorsäure an Mehrertrag erzielt:

444 Kilo Körner
und 686 „ Stroh.

Dieser Ertrag würde einem Geldwerthe entsprechen von:

444 Kilo Körner	à 14 Pf.	=	62,2	Mk.
686 „ Stroh	à 3 „	=	20,6	„
		zusammen	82,8	Mk.

Nehmen wir nun an, daß auf je 100 Kilo Chilisalpeter 30 Kilo wasserlösliche Phosphorsäure zur Verwendung gekommen sind, so betragen die Düngungskosten:

100 Kilo Chilisalpeter		=	25	Mk.
30 „ Phosphorsäure	à 55 Pf.	=	16,5	„
		zusammen	41,5	Mk.

woraus sich, verglichen mit dem oben berechneten Geldwerthe des Ernteertrages eine Rentabilität der Salpeter- und Phosphatdüngung von **100** % berechnet. —

Versuchen wir nun, nachdem die allgemeine Rentabilitätsfrage der Salpeterdüngung bei Halmfrüchten beantwortet ist, ob die Anzahl der uns zur Verfügung stehenden Zahlen ausreicht, um auch für die specielleren Fragen der Rentabilität genügend sichere Durchschnittsziffern zu gewinnen.

Es würde zu fragen sein:

Ist die Rentabilität der Salpeterdüngung bei den einzelnen Getreidearten: Roggen, Hafer, Weizen und Gerste eine verschiedene?

Hierüber geben uns die in den Tabellen 1 und 2, bezw. I. und II. zusammengestellten Mittelzahlen Aufschluß. Gerste und Hafer — so zeigen es die Resultate der Düngungsversuche — liefern durchschnittlich höhere Mehrerträge nach Salpeterdüngung als der Weizen.

Auch aus Tabelle IV S. 106 geht dies hervor. 100 Kilo Salpeter mit Phosphaten haben

bei Hafer	537	Kilo Körner,
„ Gerste	510	„ „
„ Weizen dagegen nur	270	„ „

erbracht.

Versuche mit Roggen liegen in zu geringer Anzahl vor, um vergleichbare Zahlen daraus zu berechnen.

Woher es nun kommt, daß Gerste und Hafer die Salpeterdüngung durchschnittlich besser gelohnt haben als der Weizen, muß unbeantwortet bleiben, bis weitere Forschungen hierüber vorliegen. Möglich ist es ja, daß Hafer und Gerste ihrer Natur nach ein größeres Düngebedürfniß für leichtlöslichen Stickstoff haben und in Folge dessen die Salpeterdüngung höher verwerthen als der Weizen; ebenso leicht möglich ist es aber auch, daß das größere Düngebedürfniß bezw. die größere Verwerthungsfähigkeit des Hafers für Chilisalpeter auf den Umstand zurückzuführen ist, daß der Hafer durchschnittlich auf stickstoffärmerem Boden (häufig in letzter Tracht) gebaut wird als der Weizen und in Folge dessen eine Düngung von leichtlöslichem Stickstoff reichlicher ausnutzt. Es wird ferner noch in Betracht gezogen werden müssen, daß die Zeit der Anwendung des Chilisalpeters beim Weizen (als Winterfrucht) eine andere ist als bei Hafer und Gerste (als Sommerfrüchte) und daß auch wohl auf diesen Umstand die ungleiche Wirkung des Chilisalpeters zurückzuführen sein mag.

Eine weitere, aus den Mittelergebnissen der Düngungsversuche zu beantwortende Frage würde die folgende sein:

Hat die Salpeterdüngung bei gleichzeitiger Phosphatdüngung höher rentirt als ohne Phosphatdüngung?

Ueber diese Frage giebt ein Vergleich der Tabelle I. mit Tabelle II. Aufschluß.

Bei ausschließlicher Stickstoffdüngung haben je 100 Kilo Chilisalpeter ergeben*):

bei Weizen:

134 Kilo Körner und 346 Kilo Stroh (Mittel aus 47 Versuchen),

bei Gerste:

235 Kilo Körner und 386 Kilo Stroh (109 Versuche).

Neben Phosphatdüngung haben 100 Kilo Chilisalpeter ergeben:

bei Weizen:

221 Kilo Körner und 502 Kilo Stroh (43 Versuche),

bei Gerste:

447 Kilo Körner und 650 Kilo Stroh (28 Versuche).

Demnach haben also je 100 Kilo Chilisalpeter neben Phosphatdüngung mehr als ohne Phosphatdüngung ergeben:

87 Kilo Weizenkörner 156 „ „ -stroh	im Werthe von circa 17 Mk.
212 „ Gerstenkörner 264 „ „ -stroh	im Werthe von circa 37 Mk.

Diese Zahlen beweisen, daß die relativ höchste Rente der Salpeterdüngung in der Regel da erzielt wird, wo der Chilisalpeter nicht für sich allein, sondern neben Phosphorsäure und eventuell auch neben Kalisalzen zur Anwendung gelangt.

b) Wie hat die Salpeterdüngung bei Kartoffeln und Rüben rentirt?

Eine hinreichend große Anzahl von Düngungsversuchen steht zur Verfügung, um der landwirthschaftlichen Praxis auch über diese Frage genügend zuverlässige Anhaltspunkte geben zu können. Aus den Versuchen der Tabellen I. und II a. ergiebt sich zunächst, daß je 100 Kilo Chilisalpeter producirt haben:

1085 Kilo Kartoffeln (69 Versuche),
2325 „ Zuckerrüben (72 „),
4091 „ Futterrüben (30 „).

---

*) Nur Weizen- und Gerstenerträge können hier miteinander verglichen werden, da von Hafer- und Roggenversuchen nur wenige vorliegen.

Rechnet man nun die Kartoffeln zum Werthe von 3 Mk. und die Zuckerrüben zum Werthe von 1 Mk. 60 Pf. per 100 Kilo, so entspricht dem Kartoffelertrag von 1085 Kilo ein Geldwerth von 32,5 Mk., dem Zuckerrübenertrag von 2325 Kilo ein Geldwerth von 37,2 M., während die Düngungskosten sich auf 25 Mk. belaufen. Die Kartoffeln haben demnach eine Rente der Salpeterdüngung von 7,5 Mk. oder von **30** %, die Zuckerrüben eine Rente von 12,2 Mk. oder **49** % ergeben.

Noch höher berechnet sich die Rentabilität bei Futterrüben. Es sind durch je 100 Kilo Chilisalpeter 4091 Kilo Zuckerrüben erzielt worden. Rechnet man diese zum Werth von 1,2 Mk. per 100 Kilo, so stellen die 4091 Kilo einen Werth dar von 49,1 Mk., während die Salpeterdüngung 25 Mk. kostet. Hieraus berechnet sich eine Rentabilität von **96** %.

In Uebereinstimmung mit den aus den Getreidedüngungsversuchen berechneten Zahlen ergiebt sich ferner auch für die Kartoffel- und Rübendüngung, daß bei gleichzeitiger Anwendung von Phosphaten die Rentabilität der Salpeterdüngung in hohem Grade steigt.

100 Kilo Chilisalpeter producirten ohne Anwendung von Phosphaten:

1012 Kilo Kartoffeln (51 Versuche),
2029 „ Zuckerrüben (17 „);

bei gleichzeitiger Phosphatdüngung dagegen:

1292 Kilo Kartoffeln (18 Versuche),
2416 „ Zuckerrüben (55 „);

bei gleichzeitiger Phosphatdüngung also mehr:

280 Kilo Kartoffeln im Werthe von 8,4 Mk.
387 „ Zuckerrüben „ „ „ 6,2 „

Die zahlreichen Versuche, welche mit Kartoffeln und insbesondere mit Zuckerrüben ausgeführt worden sind, ermöglichen es, auch über die Rentabilitätsfragen der Stickstoffdüngung bei Anwendung sehr großer Salpetergaben einigen Aufschluß zu

erhalten. Aus den Tabellen IIb. und IIc. ergiebt sich, daß bei Anwendung von 400 Kilo Salpeter pro ha im Vergleich zur Anwendung von 200 Kilo Salpeter durch je 100 Kilo producirt worden sind:

2320 Kilo Zuckerrüben (31 Versuche)

und ferner:

daß bei Anwendung von 600 Kilo Salpeter per ha im Vergleich zur Anwendung von 400 Kilo Salpeter durch je 100 Kilo producirt worden sind:

975 Kilo Zuckerrüben (18 Versuche).

Im Mittel der betreffenden Versuche ergiebt sich also, daß:

das erste, zweite, dritte und vierte Hundert Kilo Chilisalpeter per ha:

je 2324 Kilo Zuckerrüben (103 Versuche),

das fünfte und sechste Hundert Chilisalpeter dagegen nur

je 975 Kilo Zuckerrüben (18 Versuche)

erbracht hat.

Eine stärkere Düngung als 400 Kilo Chilisalpeter per ha rentirt demnach bei Zuckerrüben nicht.

Von hohem Interesse sind ferner die Ertragsziffern der Tabelle IV. Wie aus denselben sich ergiebt, haben je 100 Kilo Chilisalpeter im Verein mit Phosphaten:

bei Kartoffeln 1594 Kilo Mehrertrag (66 Versuche),
„ Zuckerrüben 4852 „ „ (22 „)

bewirkt.

Nehmen wir an, daß bei den Zuckerrüben auf 1 Theil Stickstoff 2 Theile Phosphorsäure, bei den Kartoffeln auf 1 Theil Stickstoff 1 Theil Phosphorsäure zur Anwendung gelangt sind, so stellt sich die Rentabilitätsrechnung bei diesen Versuchen wie folgt:

a) Bei Zuckerrüben:

100 Kilo Chilisalpeter im Verein mit 30 Kilo Phosphorsäure haben ergeben:

4852 Kilo Zuckerrüben à 1,6 Mk. per 100 Kilo		= 77,6 Mk.
Davon ab die Kosten für		
100 Kilo Chilisalpeter	= 25 Mk.	
30 „ Phosphorsäure à 55 Pf.	= 16,5 „	
Zusammen		41,5 „
bleibt Reingewinn von		36,1 Mk.

entsprechend einer Rentabilität von **87**%.

b) Bei Kartoffeln:

100 Kilo Chilisalpeter im Verein mit 15 Kilo Phosphorsäure haben ergeben:

1594 Kilo Kartoffeln à 3 Mk. per 100 Kilo		= 47,8 Mk.
Davon ab die Kosten für		
100 Kilo Chilisalpeter	= 25 Mk.	
15 „ Phosphorsäure à 55 Pf.	= 8,2 „	
Zusammen		33,2 „
bleibt Reingewinn von		14,6 Mk.

entsprechend einer Rentabilität von **44**%.

Es sei schließlich noch hervorgehoben, daß, wie die Tabelle III. ergiebt, je 100 Kilo Chilisalpeter neben frischer Stallmistdüngung angewandt einen Mehrertrag von nur 817 Kilo Kartoffeln (22 Versuche) ergeben haben, hiernach eine Salpeterdüngung neben Stallmist zu Kartoffeln also nicht zu empfehlen ist, falls 100 Kilo Kartoffeln mit keinem höheren Werth als mit 3 Mk. in Rechnung zu stellen sind.

c) Wie hat die Salpeterdüngung bei Oelfrüchten, Hülsenfrüchten, Futterpflanzen, Wiesengräsern, Blattpflanzen und Gespinnstpflanzen rentirt?

Leider ist die Anzahl der hierher gehörenden Düngungsversuche eine *sehr* geringe, so daß wir kaum wagen können, den Resultaten derselben (diejenigen der Wiesendüngung ausge-

nommen) irgend welchen Werth beizulegen. Wir führen die von uns berechneten Mittelzahlen an.

Je 100 Kilo Chilisalpeter producirten:

bei Raps	247	Kilo	Körner	(3 Versuche)
	400	„	Stroh	(1 Versuch)
bei Pferdebohnen	188	„	Bohnen	(1 Versuch)
bei türk. Prunkbohnen	71	„	„	(1 Versuch)
	75	„	Stroh	(1 Versuch)
bei Wiesen	390	„	Heu	(86 Versuche von Lawes und Gilbert).

Eine sehr hohe Rentabilität der Salpeterdüngung deuten die Resultate der Rapsdüngung an, indem bei Annahme eines Werthes von 30 Mk. per 100 Kilo Raps der obige Ertrag von 47 Kilo Rapskörnern einen Geldwerth von rund 74 Mk. bezw. (nach Abzug von 25 Mk. für Salpeterdüngung) einen Gewinn von 49 Mk. ergeben würde. Das betreffende Mittelergebniß ist aus nur 3 Versuchen berechnet, doch stimmt dasselbe mit der allgemeinen wenngleich nicht zahlenmäßig weiter darzulegenden praktischen Erfahrung überein, daß der Chilisalpeter auf den Raps eine sehr erhebliche Wirkung äußert.

Von größerer Zuverläßlichkeit ist die oben angeführte Ertragsziffer der Wiesendüngung. Wie aus der Tabelle 1 und 2 ersichtlich, repräsentirt jene Angabe von 390 Kilo Heu den auf 100 Kilo Chilisalpeter berechneten Mittelertrag, welchen 8- bis 20-jährige Wiesendüngungsversuche von Lawes und Gilbert ergeben haben.

Eine Rente der Salpeterdüngung wäre nach diesen Versuchen bei Wiesen nicht vorhanden, denn da die Werbungskosten für Heu verhältnißmäßig groß und die Gefahr einer Beschädigung der Ernte durch Beregnen in Anschlag zu bringen ist, so wird man den Werth eines Mehrertrags an Heu wohl nicht höher als zu 4 Mk. per 100 Kilo annehmen dürfen.

390 Kilo Heu à 4 Mk. per 100 Kilo aber stellen einen Werth von nur 15,6 Mk. dar, während die Düngungskosten sich auf 25 Mk. belaufen, so daß auf je 100 Kilo Chilisalpeter ein Verlust von 9,4 Mk. entstehen würde.

17. Welche Pflanzen also lohnen den bisherigen wissenschaftlichen Forschungen und praktischen Erfahrungen gemäß die Salpeterdüngung am meisten?

Diese Frage läßt sich in Uebereinstimmung mit den a. a. O.*) bereits ausgesprochenen Sätzen wie folgt beantworten:

In erster Linie sind es die Halmgewächse, ferner der Raps, der Rübsen, der Senf, welche die größte Garantie für eine befriedigende Rente der Salpeterdüngung bieten. Sie haben in nur sehr geringem Maße die Fähigkeit, Stickstoffverbindungen, welche ihnen in der atmosphärischen Luft und im Boden in großer Verdünnung oder in schwer löslicher, schwer beweglicher Form geboten werden, sich anzueignen, sie bedürfen einer verhältnißmäßig großen Menge leichtlöslichen und leichtbeweglichen Stickstoffs im Boden, falls sie sich üppig und extragreich entwickeln sollen, und der Marktwerth ihrer Ernteprodukte ist zugleich genügend hoch, um einen sehr erheblichen Gewinn aus der Salpeterdüngung zu sichern.

Aus den Resultaten der bislang ausgeführten Versuche ist zu entnehmen, daß man unter durchschnittlichen Ackerbauverhältnissen und unter durchschnittlichen Stickstoffgaben auf eine mittlere Produktion von **300 Kilo Körner** und **500 Kilo Stroh** durch je 100 Kilo Chilisalpeter rechnen kann, woraus sich unter den augenblicklichen Preisverhältnissen eine Rentabilität der Salpeterdüngung von 120 bis 130 Proc. berechnet.

Nach den Halmgewächsen sind es die Hackfrüchte, die Futterrüben, Zuckerrüben und Kartoffeln, welche die Anwendung von Chilisalpeter in sehr befriedigendem Maße

*) P. Wagner, Düngungsfragen, 5. Aufl., S. 18.

lohnen, wenngleich ihr Ausnützungsvermögen für leichtlöslichen Stickstoff ein geringeres ist als das der Halmfrüchte. Man kann auf Grund der bisher vorliegenden Versuche annehmen, daß bei rationeller Anwendung von Chilisalpeter ein mittlerer Mehrertrag von **1200 Kilo Kartoffeln, 2300 Kilo Zuckerrüben** und **4000 Kilo Futterrüben** durch je 100 Kilo Chilisalpeter hervorgebracht wird, woraus sich unter den derzeitigen Preisen (s. S. 55) eine Rentabilität der Salpeterdüngung von ca.

40 % bei Kartoffeln,
50 „ „ Zuckerrüben,
90 „ „ Futterrüben

berechnet.

Auf die Halmfrüchte folgen die Wiesengräser. Die Gräser verhalten sich gegen leichtlöslichen Stickstoff zwar ebenso wie die Halmgewächse, sie nehmen den Salpeterstickstoff ebenso begierig auf wie diese — allein der Marktwerth des Ernteproduktes der Wiesen ist ein verhältnißmäßig zu geringer, als daß eine erhebliche Rente möglich ist. Um 100 Kilo Wiesenheu zu erzeugen, ist eben so viel Stickstoff nöthig als zur Erzeugung von 100 Kilo Gerstenkörnern, der Marktwerth der letzteren aber ist fast viermal so hoch als der des Wiesenheues.

Die Salpeterdüngung auf Wiesen kann daher nur unter besonders günstigen Boden- und Marktverhältnissen eine bebefriedigende Rente erbringen und darf nur nach voraufgegangener *sorgfältiger Prüfung* solcher Verhältnisse und Ermittelung der Rentabilität angewandt werden.

Als Beweis für die Nothwendigkeit einer solchen Ermittelung dienen die Versuche von *Lawes* und *Gilbert* (S. 58) aus welchen sich ergeben hat, daß unter den in England stattgehabten Boden- und Witterungsverhältnissen eine Salpeterdüngung auf Wiesen unrentabel war.

Die verhältnißmäßig geringste Aussicht auf eine befriedigende Rente der Salpeterdüngung bieten — so weit man bis heute

über diese Frage urtheilen kann — die Erbsen, Wicken, Lupinen, der Klee, die Linsen und ähnliche Pflanzen. Schon die Rechnung ergiebt, daß eine Stickstoffdüngung den Ertrag dieser so stickstoffreichen Pflanzen in nur geringem Maße steigern kann, und durch Versuche in Darmstadt ist weiterhin mit aller Schärfe der Nachweis geführt worden, daß genannte Pflanzen den Halmgewächsen, Hackfrüchten und Gräsern gegenüber bei weitem nicht eines so großen Vorraths an leichtlöslichem Stickstoff im Boden bedürfen, um normal gedeihen und so hohe Erträge liefern zu können, als sie unter den sonst gegebenen Vegetationsverhältnissen überhaupt möglich sind.

Von höchster Wichtigkeit für die landwirthschaftliche Praxis ist es, die Quellen näher zu erforschen, aus welchen die gedachten Pflanzen vorzugsweise ihren Stickstoff beziehen; als thatsächlich feststehend aber ist es bereits anzusehen, daß dieselben bezüglich einer Düngung mit Stickstoffsalzen nur in besonderen Ausnahmefällen in Betracht kommen können.

Ueber die Wirkung des Chilisalpeters auf die sonst noch zu berücksichtigenden Kulturpflanzen liegen bis jetzt leider keine bestimmten und zuverlässigen Zahlennachweise vor; doch kann man aus den allgemeinen Erfahrungen, welche über die Kultur und das Düngebedürfniß der betreffenden Pflanzen vorliegen, das Folgende schließen.

1. Zu denjenigen Kulturpflanzen, welche bezüglich ihres Bedürfnisses für Stickstoffdüngung den Halmgewächsen ungefähr gleich stehen, sind zu rechnen: der Raps, Rübsen, Senf, Mohn, Leindotter, Mais, Hirse, Buchweizen, Hopfen, Tabak, alle Kohlarten, Lein, Hanf. In hohem Grade empfänglich für Stickstoffdüngung haben sich ferner der Weinstock sowie alle Beeren und Obst tragenden Pflanzen gezeigt.

2. In die Klasse derjenigen Pflanzen, welche, wie die Kartoffeln und rübenartigen Gewächse, zwar eine nicht so hohe Rente der Salpeterdüngung in Aussicht stellen, als die vor-

genannten Pflanzen es thun, immerhin aber eine Düngung mit Chilisalpeter in sehr befriedigendem Maße lohnen, kann man die folgenden rechnen: die Möhre, Cichorie, Pastinake, den Kohlrabi, Topinambur.

3. Den Wiesengräsern ähnlich, eine Stickstoffdüngung also nur unter besonders günstigen Verhältnissen in befriedigendem Maße lohnend, verhalten sich die Serradella, die Esparsette, der Spörgel, Grünraps, Grünbuchweizen, Grünmais 2c., und die weitaus geringste Garantie für eine rentable Wirkung der Salpeterdüngung bieten endlich

4. die Kleearten, die Wicken, Erbsen, Lupinen und die Luzerne.

18. Darf man auch sehr durchlässige Böden (Sandböden, drainirte Böden) mit Salpeter düngen?

Der Chilisalpeter ist, wie wir es bereits auf S. 22 hervorgehoben haben, im Ackerboden freibeweglich, er löst sich im Bodenwasser schnell und bleibt in diesem gelöst; die Ackerkrume hat nicht die Fähigkeit, ihn dem Wasser zu entziehen und die Salpetersäure zu binden. Es folgt hieraus, daß der Chilisalpeter eine eben so große Verbreitungsfähigkeit im Boden besitzt als das in diesen dringende Regenwasser, und daß er nur in dem Maße der wasserhaltenden Kraft des Bodens von der Ackerkrume absorbirt werden kann. Die wasserhaltende Kraft des Bodens aber ist bekanntlich sehr verschieden groß, sie steigt und fällt mit dem Thongehalt des Bodenmaterials und kann in einem grobkörnigen Sandboden so gering sein, daß bei nasser Frühjahrswitterung ein zu tiefes Versickern des in die Ackerkrume gebrachten Chilisalpeters zu befürchten ist.

In gleicher Weise liegt die Gefahr eines Stickstoffverlustes vor, wenn man es mit einem drainirten Boden zu thun hat.

Holdefleiß*) führte auf einem sehr sandigen Lehmboden, der Thon im Untergrund hatte und drainirt war, Düngungsversuche mit Kartoffeln aus, wobei er fand, daß eine Düngung von 30 Kilo Stickstoff in Form von Ammoniak einen Mehrertrag von 3540 Kilo Kartoffeln hervorbrachte, während die entsprechende Düngung in Form von Salpeterstickstoff eine Ertragssteigerung von nur 940 Kilo bewirkte.

Man hat also Sorge zu tragen, daß unter den angegebenen Bodenverhältnissen einem zu tiefen Versickern des Salpeters vorgebeugt werde, und dies geschieht einfach dadurch, daß man die Salpeterdüngung nicht in den Boden, sondern zu geeigneter Zeit auf den Boden bringt. Der beste Zeitpunkt zum Ausstreuen des Salpeters auf sehr leichtem Sandboden oder drainirtem Boden wird derjenige sein, in welchem die Pflanzen anfangen aufzugehen. Sobald die Keimpflänzchen hervorzubrechen beginnen, streue man den Salpeter aus; giebt es dann auch bald starke Regenschauer, so ist doch keine Gefahr mehr vorhanden, daß Chilisalpeter verloren gehe. Die jungen Pflanzen nehmen sehr bald den leichtlöslichen Stickstoff auf und senden anderseits ihre Wurzeln so schnell in größere Tiefen des Bodens, daß der wenn auch tiefer gewaschene Salpeter ihnen jetzt nicht mehr entgeht. Wendet man die Vorsicht eines späteren Ausstreuens an, so stehen der Verwendung von Chilisalpeter auf sehr durchlässigen oder drainirten Böden keine Bedenken entgegen, denn die Versuche von Völker (Tabelle 5, S. 97) zeigen, daß auch auf sehr leichtem Sandboden der Chilisalpeter durchschnittlich ebensogut wirkte als die entsprechende Ammoniakdüngung.

---

*) Siehe Quellenverzeichniß, Nr. 35.

19. Darf der Chilisalpeter nur im Frühjahr angewendet werden oder kann man ihn auch im Herbst ausstreuen?

Um hierauf die richtige Antwort zu finden, muß zuerst gefragt werden: ist es überhaupt rationell, die Winterfrüchte im Herbst mit Stickstoff zu düngen oder ist es richtiger, erst im Frühjahr das ihnen zugedachte Quantum leichtlöslicher Stickstoffsalze als Kopfdüngung zu geben?

Diese sehr wichtige Frage harrt noch einer gründlichen experimentellen Bearbeitung. So viel man bis jetzt darüber sagen kann, wird es am zweckmäßigsten sein, die Stickstoffdüngung zwischen Herbst und Frühjahr zu theilen, den geringeren Theil im Herbst bei der Einsaat, den größeren im Frühjahr als Kopfdüngung zu geben, und es fragt sich nun, ob man für die Herbstdüngung Chilisalpeter verwenden darf.

Wir glauben, daß diese Frage von vornherein bejaht werden kann, denn giebt man den Pflanzen im Herbst nur so viel Stickstoff, als sie vor Beginn des Winters, also vor der Unterbrechung ihrer Vegetation, noch aufnehmen und verarbeiten können, so ist es eigentlich selbstverständlich, daß der Salpeter eben so gute, wenn nicht noch bessere Dienste leisten muß als schwefelsaures Ammoniak.

Dies wird vollkommen bestätigt durch die Resultate, welche man bei Düngungsversuchen in fünf verschiedenen Wirthschaften der Provinz Sachsen erhalten hat.*) Man gab im October zu Weizen einerseits eine Düngung von 40 Kilo Salpeterstickstoff, andererseits eine Düngung von 40 Kilo Ammoniakstickstoff per ha und man erhielt das Resultat, daß je 100 Kilo Chilisalpeter 69 Kilo Körner und 251 Kilo Stroh **mehr** als die entsprechende Ammoniaksalzdüngung ergab.

*) S. Quellenverzeichniß, Nr. 20.

Wenn nun aber selbst eine im Ueberschuß gegebene Herbstdüngung von Chilisalpeter, von welcher also noch ein beträchtlicher Theil bis zum Frühjahr im Boden reservirt bleiben mußte, besser gewirkt hat als die Ammoniakdüngung, die ja doch weit weniger leicht der Gefahr einer zu tiefen Versickerung in den Boden ausgesetzt ist, so bleibt es nicht mehr zweifelhaft, daß diejenige Menge von Stickstoff, welche den Winterfrüchten im Herbst zu bieten ist, damit sie genügend kräftig entwickelt in den Winter kommen, ganz ohne Bedenken in Form von Chilisalpeter gegeben werden kann.

II.

Anleitung zum praktischen Gebrauch des Chilisalpeters als Düngemittel.

1. Der Ankauf von Chilisalpeter und sonstigen Handelsdüngern.

Der Chilisalpeter wird den Landwirthen in zweierlei Form geboten:

1) als grobkörniger Salpeter in Originalverpackung,

2) als gemahlener und „umgesackter" Salpeter.

Die letztere Form ist der ersteren vorzuziehen, denn besonders bei Anwendung geringerer Mengen von Salpeter ist es nicht möglich, das oft sehr grobkörnige und zu größeren Knollen verhärtete Salz, wie die Originalsäcke es enthalten, gleichmäßig genug über die Bodenfläche zu vertheilen. Es würden sich Geilstellen bilden und daneben größere Stellen, auf denen die Pflanzen Stickstoffmangel leiden.

Man streue also niemals den Salpeter in der Form aus, wie er in der Originalverpackung geliefert wird, man siebe, zerklopfe und mahle ihn zuvor möglichst fein, und wem dies zu umständlich ist oder die Vorrichtungen dazu fehlen, der kaufe sich lieber den fabrikmäßig gemahlenen Salpeter. Muß dieser auch in Folge der Arbeit des Mahlens und des Umsackens, sowie in Folge des dabei unvermeidlichen Verlustes von Salpeter und der Beschaffung neuer Säcke mit 70 bis 80 Pfennige pro 100 Kilo theuerer bezahlt werden als man ihn

in der Originalverpackung erhält, so scheue man die Mehrausgabe nicht; die Wirkung eines gleichmäßig vertheilten Salpeters ist eine weit größere und gesichertere.

Aber nicht auf die äußere Beschaffenheit des Salpeters allein kommt es an — der Gehalt desselben an Stickstoff ist vielmehr der eigentliche Maßstab, nach welchem sein Gebrauchswerth zu beurtheilen ist. Mit einer Garantie von 15$^1/_2$ bis 16 % Stickstoff wird der Salpeter in den Handel gebracht. Ohne diese Garantie kaufe der Consument niemals, und er veranlasse den Händler, den garantirten Gehalt ausdrücklich auf der Faktura zu bemerken und sich zu verpflichten, bei nachgewiesenem Mindergehalt eine entsprechende Entschädigung zu gewähren. Den Stickstoffgehalt der empfangenen Waare aber feststellen zu lassen, ist eine unerläßliche Aufgabe des Käufers. Verfälschungen des gemahlenen Salpeters mit Kochsalz oder geringwerthigen Staßfurter Salzen sind leicht vorzunehmen, sie sind ohne chemische Analyse nicht zu entdecken und kommen erfahrungsmäßig häufig genug vor. Der Consument unterlasse es also nicht, unter Zuziehung von Zeugen (und unter Befolgung der weiteren, in der Regel auf den Preislisten der Händler oder in Normatifbestimmungen der Versuchsstationen bekannt gegebenen Vorschriften über die Anzahl der zu öffnenden Säcke, Verpackung, Quantität der an die Versuchsstation oder ein Handelslaboratorium einzusendenden Proben, Aufbewahrung von Reserveproben ꝛc.) sogleich nach Empfang der Waare eine Untersuchungsprobe zu nehmen, damit er rechtzeitig reklamiren kann, falls der Gehalt der Waare ein geringerer ist, als er garantirt und in der Faktura berechnet wurde.

Der Landwirth bedenke stets, daß der Schaden, welcher ihm durch Mindergehalt zugefügt wird, dem Ausfall der Ernte entspricht und nicht dem Preise der fehlenden Nährstoffquantität. Wenn 1 Kilo Stickstoff 1$^1/_2$ Mark kostet, durch das Kilo Stickstoff aber ein Mehrertrag im Werthe von 3 Mark erzeugt

wird, so steht dem Landwirth ein Schaden von 3 Mark und nicht von $1^1/_2$ Mark auf jede 100 Kilo Salpeter in Aussicht, sobald anstatt $15^1/_2$ % nur $14^1/_2$ % Stickstoff vorhanden sind.

Das Vorstehende gilt in gleicher Weise für die übrigen Handelsdünger, für die Phosphorsäure- und Kalidünger, welche man in den meisten Fällen außer dem Chilisalpeter anwenden muß, um die Wirkung des letzteren zu sichern. Auch bei diesen achte man darauf, daß zunächst die äußere Beschaffenheit nichts zu wünschen übrig lasse; die Düngemittel müssen vollkommen trocken und möglichst feinpulverig sein. Letzteres ist ganz besonders bei der zur Zeit sehr in Aufnahme kommenden Thomasschlacke von Wichtigkeit. Sodann unterlasse man auch bei diesen niemals die Garantieforderung für einen bestimmten, in Prozenten auszudrückenden Minimalgehalt an Kali und Phosphorsäure, wobei bezüglich der letzteren die Angabe ihres Löslichkeitsgrades selbstverständlich zu berücksichtigen ist.

2. Die Herstellung von Mischungen aus Chilisalpeter und sonstigen Handelsdüngern.

Um die Wirkung des Chilisalpeters bis zu höchstmöglichem Grade zu steigern, ist — wie wir es unter Abschnitt 16 S. 53 gesehen haben — in der Regel die gleichzeitige Anwendung von Phosphaten erforderlich; auch eine Beidüngung von Kalisalzen wird — wie es weiter unten noch specieller hervorgehoben werden soll — in vielen Fällen nötig sein, um dem allgemeinen Düngungsgesetz gerecht zu werden, welches fordert, daß für das Vorhandensein einer hinreichenden Menge sämmtlicher Pflanzennährstoffe Sorge zu tragen ist, wenn jeder einzelne zu voller Wirkung kommen soll.

Beabsichtigt nun also der Landwirth, außer dem Chilisalpeter etwa Superphosphat oder Kalisalz auf den gleichen Acker zu bringen, so empfiehlt es sich nicht, jedes einzelne

Düngemittel für sich auszustreuen — das weitaus Bequemste und Zweckmäßigste vielmehr ist es, eine Mischung des Chilisalpeters mit den ergänzenden Düngesalzen vorzunehmen und diese Mischung auf den Boden zu vertheilen. Diesen Rath jedoch geben wir nur unter der Bedingung, daß das Mischen der Düngemittel mit großer Sorgfalt geschehe, so daß eine möglichst gleichmäßige Vertheilung eines jeden einzelnen Bestandtheils der Mischung auf der Bodenfläche erzielt werde. Die Operation des Mischens darf daher nicht auf dem Felde durch einfaches Zusammenschütten der verschiedenen Düngemittel und Umschaufeln geschehen, sie wird besser in einem geschützten Raum, auf der Scheunentenne, auf dem festen Boden eines Schuppens ꝛc. vorgenommen. Man bringe die zu vermischenden Düngemittel auf einen runden Haufen (ist das Quantum sehr gering, so füge man etwas gesiebte Erde hinzu) mische alsdann durch Umschaufeln, bringe die Mischung durch ein Sieb von etwa 0,8—1,0 cm weiten Oeffnungen, wodurch eine Mengung der Bestandtheile sehr befördert wird, schaufele endlich die gesiebte Masse nochmals sorgfältig durcheinander, fülle sie in Säcke und fahre sie an den Acker.

Es empfiehlt sich, die Herstellung der Mischungen kurz vor dem beabsichtigten Ausstreuen vorzunehmen, weil bei längerer Aufbewahrung derselben leicht Knollenbildung und Erhärtung der Knollen eintritt, wodurch das gleichmäßige Ausstreuen der Mischung natürlich sehr erschwert wird. Um ein solches Zusammenballen und Erhärten der Salze zu vermeiden, ist es in hohem Grade empfehlenswerth, der Mischung nach dem Vorschlage Fleischers einige Procente Torfmull beizufügen.

Es sei schließlich noch erwähnt, daß man sich die Düngermischungen auch in gewünschter Zusammensetzung vom Düngerfabrikanten herstellen lassen kann; die Kosten sind gering, der Fabrikant pflegt nicht mehr als 40 Pfennig pro 100 Kilo an Mischkosten zu berechnen, doch es macht die Controluntersuchung

solcher zusammengesetzten Düngemittel leicht Schwierigkeit und giebt zu Differenzen Anlaß, indem es nicht leicht ist, eine so gleichmäßige Mischung zu erzielen, daß die zur Untersuchung entnommene Probe mit genügender Genauigkeit dem Durchschnittsgehalt der Waare entspricht.

Im Allgemeinen ist es daher empfehlenswerther, die einzelnen Düngemittel zu kaufen und die Mischungen sich selber zu bereiten.

3. Das Ausstreuen und Unterbringen des Chilisalpeters und der Düngermischungen.

Sind die zu düngenden Flächen groß genug, so empfiehlt es sich, eine Düngerstreumaschine in Anwendung zu bringen, Parcellen von geringerer Größe sind mit der Hand breitwürfig zu bestreuen. Von der „Lochdüngung“, „Reihendüngung“, „Stufendüngung“, „Stockdüngung“ (bei Weinbergen) ist man zurückgekommen; man hat gefunden, daß eine Vertheilung der Düngemittel über die gesammte Bodenfläche am rationellsten ist, denn auch weit gestellte Kulturpflanzen durchziehen die Bodenfläche so sehr mit ihren Wurzeln, daß es nicht nothwendig ist, die Nährstoffe in unmittelbarer Nähe der Pflanzen anzuhäufen.

Großes Gewicht aber lege man auf eine möglichst gleichmäßige Vertheilung des Düngemittels, denn es hängt die Wirkung desselben wesentlich davon ab, daß jede Pflanze das ihr zugedachte Maß an Nährstoffen erhalte, und nicht die eine Pflanze zu reichlich, die andere zu wenig gedüngt werde. Man verwende daher nur geschickte und geübte Arbeiter zum Streuen und lasse den Arbeiter in zwei Gängen streuen, das eine Mal in der Längsrichtung, das andere Mal in der Querrichtung des Ackers. Es macht alsdann auch die Eintheilung des Düngerquantums keine Schwierigkeit; der Arbeiter greift beim zweiten Streuen etwas reichlicher oder etwas sparsamer, je nachdem er

beim ersten Gang weniger als die Hälfte oder mehr als die Hälfte des vorgesehenen Düngerquantums verbraucht hat.

Sodann ist es wichtig, daß man das ausgestreute Düngesalz tief genug mit dem Boden vermische. Das seichte Eineggen wird für den Chilisalpeter oft genügen, weil der nächste Regen ihn schon tiefer in den Boden wäscht — für Phosphorsäure- und Kalidünger aber genügt es nicht. Phosphorsäure nnd Kali werden verhältnißmäßig schnell vom Boden gebunden, sie bleiben nicht freibeweglich, der Regen hat wenig Einfluß auf ihre Vertheilung im Boden, und deßhalb ist es nothwendig, diese Nährstoffe so tief in den Boden zu bringen, daß ihre Vertheilung sich nicht auf diejenige Bodenschichte beschränkt, welche im Sommer — wenn auch nur vorübergehend — bis zu staubiger Trockne ihr Wasser verliert und dadurch unfähig wird, die Pflanzen genügend zu ernähren.

Im Allgemeinen kann man annehmen, daß es am richtigsten ist, die ausgestreuten Düngemittel — auch den Chilisalpeter — tief einzueggen, oder besser noch flach unterzupflügen, den Dünger also in eine Bodenschicht zu bringen, welche der Wasserverdunstung nicht mehr oder nur noch in geringem Maße ausgesetzt ist.

Die Entwickelung der Hauptwurzelmasse wird dadurch zugleich in eine tiefere Bodenschicht verlegt, in Folge dessen die Pflanze eine größere Widerstandsfähigkeit gegen die Wirkungen anhaltender Dürre erlangt.

4. Die für die verschiedenen Kulturpflanzen zu verwendenden Mengen von Chilisalpeter, Phosphaten und Kalisalzen.

Wenn in Nachstehendem dem Landwirth einige bestimmte Anhaltspunkte gegeben werden sollen über die für die Düngung der verschiedenen Kulturpflanzen zu verwendenden Mengen von Chilisalpeter, so dürfte es zweckmäßig erscheinen, den betreffenden Angaben das Folgende vorauszuschicken.

Die in einem bestimmten Fall anzuwendende Menge des Chilisalpeters und der weiteren Düngemittel ist abhängig:

1) von dem besonderen Düngebedürfniß der Kulturpflanzen,

2) von dem Düngungszustand des Bodens.

Der Düngungszustand des Bodens aber ist ein ungemein verschiedener und in hohem Grade wechselnder, so daß es nicht möglich ist, für eine bestimmte Kulturpflanze eine bestimmte Düngung anzugeben, welche unter allen Verhältnissen die passendste sein kann.

Was hier angegeben werden soll und vernünftigerweise auch nur angegeben werden kann, das sind diejenigen Düngermengen, wie sie auf Grund wissenschaftlicher Forschung und praktischer Erfahrung sich als Normalmengen — d. h. als Normalmengen für Wirthschaften, in welchen Körnerbau, Futterbau und Viehzucht in einem Verhältniß zu einander stehen, welches man als ein durchschnittliches bezeichnen kann — für die einzelnen Kulturen herausgestellt haben, und es ist Aufgabe des Landwirthes, bei jedem speciellen Fall es sich zu überlegen, ob und in welchem Maße er von der Normaldüngung abweichen muß, um den ihm vorliegenden Verhältnissen Rechnung zu tragen. Um nun aber dem Landwirthe auch in dieser durchaus nothwendigen Ueberlegung zu Hülfe zu kommen, sollen ihm nicht nur die Normaldüngungen, nicht nur die mittleren Düngungen für die verschiedenen Kulturgewächse, sondern zugleich auch die ungefähren Grenzen angegeben werden, innerhalb deren er bezüglich des einen oder des anderen Nährstoffs bald nach unten, bald nach oben von der Normaldüngung abweichen kann und abweichen muß, je nachdem die besonderen Verhältnisse es erfordern.

Und endlich drittens soll versucht werden, dem Landwirth alle die Punkte kurz anzugeben, welche ihn zu einem Abweichen von der Normaldüngung zu bestimmen haben, und in welcher Richtung solche Abweichung zu geschehen hat.

Somit glauben wir, einerseits nicht beschuldigt werden zu können, dem Landwirth einfache Düngungsrecepte gegeben zu haben und ihn zu einem gedankenlosen Gebrauch der Handelsdünger verleiten zu wollen, während wir anderseits hoffen dürfen, daß durch die Angaben, welche geboten werden sollen, einem Bedürfniß des praktischen Landwirths entgegengekommen wird, dessen Befriedigung er mit Fug und Recht von der Wissenschaft verlangen darf, dessen Befriedigung ihm jedoch nicht wird und nicht werden kann, wenn man ihn, wie es leider vielfach geschieht, lediglich ermahnt, Düngungsversuche auf jedem seiner Aecker auszuführen.

Ausführung von Düngungsversuchen rathen zwar auch wir dem Landwirthe an, allein es ist Aufgabe dieser Schrift, dem Praktiker das mitzutheilen, was auf dem Wege der Düngungsversuche bereits ermittelt worden ist, damit er auf Grundlage des *bereits Erreichten* weiter prüfen und beobachten kann.

Wir wünschen, daß unter dieser Beschränkung die nachfolgenden Angaben aufgefaßt werden.

A. Die Düngung der Halmgewächse.

Wohl kaum eine andere Gruppe landw. Kulturpflanzen ist zu nennen, welche so empfänglich ist für eine Düngung mit Chilisalpeter und welche in so hohem Grade eine zweckmäßige Zufuhr leichtlöslicher Pflanzennährstoffe lohnt, als gerade die Gruppe der *Halmgewächse*. Aber auch bei kaum einer anderen Gruppe von Kulturpflanzen kommt es so sehr darauf an, daß die Düngung in richtiger Weise geschehe, als bei dieser.

Vielfach verbreitet noch findet man die Meinung, daß ganz speciell die *Phosphorsäure* ein Mittel biete, den Körnerertrag zu vermehren, der Stickstoff dagegen nur Stroh producire, und die wenngleich sehr augenfällige Wirkung der Salpeterdüngung nur eine *scheinbar* vortheilhafte sei, indem sie auf den Körnerertrag wenig oder gar keinen Einfluß habe.

Diese Meinung ist eine durchaus irrthümliche. Wie es bereits in dem I. Theil dieser Schrift (S. 38) eingehend dargelegt und durch Zahlen nachgewiesen wurde, ist es absolut unrichtig, daß die Salpeterdüngung nur oder wesentlich nur den Strohertrag steigert; sie wirkt in hohem Grade vermehrend auch auf den Körnerertrag, und eine ausschließliche Phosphorsäuredüngung ist nur in den seltensten Fällen im Stande, einen befriedigenden Mehrertrag an Körnern zu bewirken. Nur da, wo man es mit einem sehr humusreichen oder mit viel Stallmist gedüngten Boden und mit einer verhältnißmäßig feuchten Lage zu thun hat, wo die Halmfrüchte leicht Neigung zum Lagern zeigen, oder schlecht reifen oder viel Stroh aber wenig Körner hervorbringen, ist eine ausschließliche Phosphorsäuredüngung anzurathen und rentabel; in der Regel jedoch — wenigstens unter den einheimischen Ackerbauverhältnissen — kommt eine Phosphorsäuredüngung nur dann zu ausgiebiger Wirkung, wenn eine genügende Beidüngung von Stickstoff gegeben wird. Man darf sagen, daß die höchstmögliche und zugleich rentabelste Ertragssteigerung bei Halmgewächsen in den weitaus meisten Fällen nicht durch ausschließliche Phosphorsäuredüngung und auch nicht durch ausschließliche Salpeterdüngung, sondern durch eine Düngung von Phosphorsäure und Chilisalpeter zu erzielen ist.

Außerdem aber ist auch der Kalidüngung Beachtung zu schenken. Es ist unrichtig, wenn man glaubt, daß die Halmgewächse, da sie verhältnißmäßig wenig Kali in ihrer Erntemasse aufweisen, der Kalidüngung nicht bedürfen. Die Halmgewächse stellen ebenso hohe Anforderungen an den Vorrath von leichtlöslichem Kali im Ackerboden als andere Kulturpflanzen; ein Boden also, der überhaupt empfänglich für Kalidüngung ist, wird eine Zufuhr von Staßfurter Salzen für Halmgewächse grade so gut lohnen, wie für andere Früchte.

Wir können also sagen, daß bei der Düngung der Halm-

gewächse sowohl Stickstoff als auch Phosphorsäure und auch Kali in Betracht kommen, denn für jeden dieser Nährstoffe haben die Halmgewächse ein verhältnißmäßig großes Dünge-bedürfniß. Wirkt das Kali oder die Phosphorsäure oder der Stickstoff im gegebenen Fall nicht, so ist nicht die Genügsamkeit der Pflanze, sondern der Ueberfluß des Bodens daran schuld.

Als die Normalgrenzen, innerhalb welcher die Gaben von Chilisalpeter und ev. gleichzeitig zu gebender Phosphorsäure und Kali für Getreidedüngung zu wählen sind, bezeichnen wir die folgenden:

1) für Chilisalpeter:

schwache Düngung	= 100	Kilo	Chilisalpeter	pro	Hektar
mittlere „	= 200	„	„	„	„
starke „	= 400	„	„	„	„

2) für Phosphorsäure:

	wasserl. Phosphorsäure:	beispielsweise also von einem 20 %igen Superphosphat:
schwache Düngung	30 Kilo p. Hektar	150 Kilo p. Hektar
mittlere „	50 „ „ „	250 „ „ „
starke „	80 „ „ „	400 „ „ „

3) für Kali:

	lösl. Kali:	beispielsweise also von einem 50 %igen Chlorkalium:
schwache Düngung	30 Kilo p. Hektar	60 Kilo p. Hektar
mittlere „	50 „ „ „	100 „ „ „
starke „	100 „ „ „	200 „ „ „

Es ist nun Aufgabe des Landwirths, innerhalb der Grenzen zwischen „schwacher“ und „starker“ Düngung die für seine speciellen Verhältnisse geeignetsten Mengen von Chilisalpeter sowie von Phosphorsäure und Kali zu wählen, und es ist dabei der Hauptsache nach das Folgende zu berücksichtigen.

1. Die Art des Halmgewächses.

Gerste und Roggen vertragen weniger Stickstoffdüngung als Hafer und Weizen. Erstere lagern leichter als letztere, und nur geringe Stickstoffgaben darf man für Gerste verwenden, wenn dieselbe als Braugerste dienen soll; ist sie dagegen für Brennereizwecke bestimmt, so kann ihre Qualität durch starke Salpeterdüngung nicht geschädigt werden. Sodann verträgt Drillsaat mehr Salpeterdüngung als breitwürfige Saat.

2. Die Bodenverhältnisse.

Ist der Boden feucht, schwer, niedrig gelegen, kalt, humusreich, so ist die Salpetergabe zu verringern, die Phosphorsäuregabe zu erhöhen. Ist dagegen der Boden trocken, leicht, hoch gelegen, warm, humusarm, so tritt die Phosphorsäuredüngung mehr in den Hintergrund und die Salpetergabe ist zu erhöhen. Auf trockenem Sandboden ist Phosphorsäuredüngung mit großer Vorsicht zu verwenden, um einen zu frühzeitigen Abschluß der Vegetation zu verhüten; dagegen ist die Salpeterdüngung auf solchem Boden möglichst zu steigern.

3. Der Düngungszustand des Bodens und die Vorfrucht.

Ist der Boden reich an Stickstoff durch vorausgegangene Jauche- oder Stallmistdüngung, oder hat die Vorfrucht in einem „stickstoffsammelnden" Gewächs (Klee, Luzerne, Erbsen, Wicken, Lupinen) bestanden, oder hat Gründüngung stattgefunden, so mäßige man die Salpeterdüngung oder lasse sie ganz fort.

Befindet sich der Boden dagegen in einem geringen Düngungszustande, hat die Vorfrucht vielleicht in Kartoffeln, Rüben, Buchweizen, Mais oder einer Halmfrucht bestanden, aus einer Pflanze also, welche als „stickstoffzehrend" bekannt ist, so steigere man die Salpeterdüngung und wende um so weniger Phosphorsäure an, je mehr etwa die Vorfrucht erhalten und davon im Boden zurückgelassen hat.

B. Die Düngung der Hülsenfrüchte (Erbsen, Linsen, Wicken, Bohnen) **und der kleeartigen Gewächse.**

Eine Düngung der Hülsenfrüchte und kleeartigen Gewächse mit Chilisalpeter ist, soviel man bis heute darüber weiß, nicht rentabel, weil diese Pflanzen ein ganz besonders großes Vermögen haben, die zur Verfügung stehenden Stickstoffquellen dermaßen auszunützen, daß sie in den weitaus meisten Fällen ohne jede Zufuhr von leichtlöslichem Stickstoff Erträge liefern, wie sie nach Maßgabe der sonst vorhandenen Produktionsverhältnisse überhaupt zu erwarten sind.

Diese Pflanzen also dünge man nicht mit Chilisalpeter, sondern nur mit Phosphorsäure und Kali.

50—60 Kilo lösliche Phosphorsäure und
70—80 „ Kali pro Hektar

werden in der Regel diejenigen Mengen sein, welche eine üppige Entwickelung der Hülsenfrüchte und Kleepflanzen sichern und eine sehr befriedigende Rente in Aussicht stellen.

C. Die Düngung der Oelfrüchte (Raps, Rübsen, Mohn, Senf) **und des Tabacks.**

Eine sehr hervorragende Bedeutung hat der Chilisalpeter für die Kultur der Oelfrüchte, denn alle hierher gehörenden Pflanzen haben — soweit die Erfahrungen der landwirthschaftlichen Praxis gehen — ein ausnehmend großes Bedürfniß für leichtlöslichen Stickstoff im Boden.

Auch an den Phosphorsäure- und Kaligehalt des Bodens scheinen gedachte Pflanzen verhältnißmäßig hohe Anforderungen zu stellen, man dünge sie daher mit denjenigen Mengen dieser Nährstoffe, wie sie unter A für Halmgewächse angegeben wurden, und berücksichtige auch alle weiteren dort angeführten Momente. Bezüglich der Salpeterdüngung aber darf man erheblich größere Quantitäten anwenden, als sie für den Getreidebau empfohlen wurden. Eine Düngung von 300 Kilo Chilisalpeter pro Hektar kann für die Oelfrüchte als eine mittlere ange-

sehen und eine Steigerung derselben bis zu 500 Kilo als zulässig betrachtet werden. Winterraps oder Winterrübsen dünge man bei der Einsaat nur mit $^1/_3$ der zugedachten Salpetermenge und gebe die übrigen $^2/_3$ im März als Kopfdüngung. Für den Taback ist, soweit man aus den bisherigen Erfahrungen einen Schluß ziehen kann, eine Düngung von 40 Kilo löslicher Phosphorsäure, 80 Kilo Kali in Form von schwefelsaurem Kali und 150 Kilo Chilisalpeter per ha als eine mittlere zu empfehlen.

D. Die Düngung der Gespinnstpflanzen (Lein, Hanf).

Bei der Kultur des Lein und Hanf kommt es darauf an, daß die jungen Pflanzen zu schneller Entwicklung gelangen, um den Gefahren entzogen zu werden, die ihnen ganz besonders in ihrer ersten Jugend drohen. Es ist ferner von großer Wichtigkeit, daß der gesammte Bestand des Feldes sich möglichst gleichmäßig entwickele und endlich, daß bei ungünstiger Witterung möglichst wenig Stockung in dem Wachsthum der Pflanzen eintrete, weil durch dieselbe eine grobe Faser entstehen würde.

Diesen Forderungen wird voraussichtlich genügt, wenn man bei der Saatbestellung 150 bis 300 Kilo Chilisalpeter, 200 bis 300 Kilo 20%iges Superphosphat und 400 bis 600 Kilo Kainit pro Hektar in den Boden bringt. Eine starke Phosphorsäuredüngung neben schwacher Salpeterdüngung ist nicht zu empfehlen, weil vorwiegend phosphorsäurereiche Nahrung einer Circulation der Pflanzensäfte entgegenwirkt, die Pflanzenorgane zu einem verhältnißmäßig frühen Einstellen ihrer Funktionen, zu einem frühzeitigen Absterben hinneigen läßt, wodurch eine kurze grobe Faser entstehen würde.

Der Kochsalzgehalt des Kainit übt nach den Untersuchungen von Fleischmann*) und Neßler**) einen fördernden Einfluß auf Quantität und Qualität des Ernteproduktes aus.

---

*) Der Landwirth 1873, Nr. 17.

**) Bad. landw. Wochenbl. 1874, S. 105.

E. Die Düngung der Knollen- und Wurzelfrüchte (Kartoffeln, Futterrüben, Zuckerrüben, Möhren, Cichorien).

Alle in diese Gruppe zu rechnenden Pflanzen zeichnen sich durch einen hervorragend großen Gehalt an Kali aus, sie entnehmen dem Boden durchschnittlich mehr als 100 Kilo Kali pro Hektar, und man ist daher lange Zeit hindurch der Ansicht gewesen, daß man gedachten Pflanzen viel leichtlösliches Kali zuführen müsse, um reiche Erträge zu erzielen.

Diese Ansicht aber hat sich als eine irrthümliche erwiesen. Genannte Pflanzen scheinen mit verhältnißmäßig großer Leichtigkeit relativ schwerlösliche Kaliverbindungen aufnehmen zu können, und es scheint so, als wenn ihnen leichtlösliche Kalisalze nur dann zuträglich sind, wenn diese sich in großer Vertheilung, in starker Verdünnung im Boden befinden.

Eine direkte Düngung der Kartoffeln, Rüben ꝛc. mit Kalisalzen empfiehlt sich daher nicht; es ist, wie die Forschung gezeigt hat, zweckmäßiger, die Vorfrucht dieser Pflanzen mit möglichst reichlichen Mengen von Kalisalzen zu düngen und für eine direkte Düngung nur Stickstoff und Phosphorsäure zu verwenden.

Chilisalpeter und Superphosphat sind für den intensiven Rübenbau ganz unentbehrliche Düngemittel, auch auf Kartoffeln wirkt der Chilisalpeter rentabel, während das Superphosphat — wenigstens auf den leichteren Kartoffel-Böden — oft entbehrt werden kann.

Als die Normalgrenzen, innerhalb deren die zu verwendenden Quantitäten von Chilisalpeter und Phosphorsäure zu wählen sind, lassen sich die folgenden angeben:

a. für Kartoffeln:

	schw. Düngg. Kilo p. Hekt.	mittl. Düngg. Kilo p. Hekt.	starke Düngg. Kilo p. Hekt.
Chilisalpeter	150	200	300
wasserlösliche Phosphorsäure	20	30	40

b. für Zuckerrüben, Möhren und Cichorien:

	schw. Düngg. Kilo p. Hekt.	mittl. Düngg. Kilo p. Hekt.	starke Düngg. Kilo p. Hekt.
Chilisalpeter	150	250	400
wasserlösliche Phosphorsäure	40	60	80

c. für Futterrüben:

Chilisalpeter	150	300	600
wasserlösliche Phosphorsäure	40	50	60.

Bezüglich dieser Angaben ist das folgende zu berücksichtigen:

1. Die Zuckerrüben und Cichorien dünge man niemals mit Chilisalpeter allein, sondern wende diesen stets in Verbindung mit Superphosphat an, und zwar ist in der Regel ein Verhältniß von 1 Theil Stickstoff zu 1$^1/_2$ Theilen Phosphorsäure zu wählen.

2. Ist der Boden in kräftigem Düngungszustande, ist Stallmistdüngung gegeben oder sind stickstoffsammelnde Pflanzen, wie Klee, Erbsen, Wicken, Luzerne gebaut worden, so mäßige man die Salpetergabe. Sind dagegen Hafer, Roggen, Weizen, Kartoffeln voraufgegangen, Pflanzen, welche keine an leichtlöslichem Stickstoff reiche Bodenkrume hinterlassen, so kann man größere Salpetergaben anwenden.

3. Ist der Boden schwer, kalt, feucht, humusreich, so ist mehr Phosphorsäure zu verwenden, während umgekehrt die Salpeterdüngung in den Vordergrund tritt, sobald der Boden leichter, trockener, humusärmer ist.

4. Der Chilisalpeter ist niemals als Kopfdüngung zu geben, sondern er muß stets bei der Saatbestellung ausgestreut und untergebracht werden.

5. Reichlich mit Chilisalpeter gedüngte Rüben, Kartoffeln ꝛc. sind oft zu behacken, weil der mit Salpeter gedüngte Boden leicht Krusten bildet.

6. Die Zuckerrüben pflanze man um so enger, je ertragreicher der Boden ist und je mehr man ihn mit Salpeter gedüngt hat. Auf leichterem und weniger stark gedüngtem Boden sind größere Entfernungen zu wählen.

F. Die Düngung der Wiesen.

Die Wiesengräser sind Pflanzen, welche ein großes Bedürfniß für leichtlöslichen Stickstoff haben, sie nehmen eine dargebotene Salpeterdüngung mit Begierde auf, und verwerthen dieselbe zur Erzeugung eines entsprechenden Mehrertrags. Leider aber ist, wie bereits auf Seite 60 hervorgehoben wurde, der Marktwerth des Ernteproduktes ein verhältnißmäßig geringer, so daß nur da zu einer Salpeterdüngung auf Wiesen gerathen werden kann, wo es sich um Neuanlagen handelt, wo man möglichst schnell eine gut bestockte Grasnarbe erzeugen oder wo man eine alte Narbe durch kräftige Düngung verjüngen will, oder endlich, wo besonders günstige, eine rentable Wirkung der Salpeterdüngung sichernde Bedingungen (namentlich genügender Wasservorrath) gegeben sind.

Was die Größe der Salpetergaben betrifft, so kann man eine Düngung von 200 Kilo pro Hektar als eine normale bezeichnen und dieselbe unter Umständen bis auf 300, selbst 400 Kilo erhöhen; stets aber ist eine Kali- und Phosphorsäuredüngung beizugeben, und selbst da, wo man keine Stickstoffdüngung zu riskiren wagt, pflegt eine Kali- und Phosphorsäuredüngung rentabel zu wirken, sobald man es mit einem humusreichen, am besten Moor-Wiesenboden zu thun hat.

80 bis 100 Kilo Kali und 40 bis 50 Kilo lösliche Phosphorsäure pro Hektar sind die für eine Wiesendüngung zu empfehlenden Mengen.

Das Kali wird am besten zur Hälfte in Form von Kainit, zur Hälfte in Form von schwefelsaurem oder Chlorkalium gegeben, und man streut die Düngermischung zweckmäßig in den

ersten Tagen des März aus. Ist die Wiese moosig, so empfiehlt es sich, das derselben zugedachte Kainitquantum einige Monate früher auszustreuen und ein sorgfältiges Eggen der Wiesen vorzunehmen.

G. Die Düngung der Reben.

Nach den Ermittelungen der Versuchsst. Darmstadt erhalten die Weinberge durch die übliche Stallmistdüngung (60000 Kilo pro Hektar) reichlich doppelt so viel Phosphorsäure und Kali zugeführt, als ihnen durch die jährlichen Ernten an Holz, Gipfeln und Trauben entzogen wird. Trotzdem aber lohnt sich den Erfahrungen der Praktiker gemäß die Anwendung von Handelsdünger auf Weinbergen selbst bei noch reichlicheren Stallmistdüngungen in hohem Grade, und es hat sich erwiesen, daß man mit einer Zufuhr von Kali, Phosphorsäure und Stickstoff weit über das Maaß der üblichen Stallmistdüngung hinausgehen muß, wenn der Weinberg in einen gesunden, kräftigen und ertragsreichen Stand gebracht bezw. in einem solchen erhalten und der höchstmögliche Reingewinn aus ihm erzielt werden soll.

Ganz speciell von der Anwendung des Chilisalpeters auf Weinbergen sind die günstigsten Erfolge zu erwarten, indem der leichtbewegliche und tief in den Boden dringende Salpeter dem Nährstoffbedürfniß der tiefer liegenden Wurzeln des Rebstocks Rechnung zu tragen vermag.

Als ein normaler und in Rheinhessen bewährt gefundener Düngungsturnus ist der folgende anzuführen*):

		pro Hektar Kilo
1. Jahr	Stallmist	60000
	lösliche Phosphorsäure	40

*) P. Wagner, Düngungsfragen. 5. Aufl. S. 77.

		pro Hektar Kilo
2. Jahr	lösliche Phosphorsäure	60
	Kali	40
3. Jahr	lösliche Phosphorsäure	60
	Kali	80
	Stickstoff	15
	bezw. Chilisalpeter	100
4. Jahr (Schluß des Turnus)	lösliche Phosphorsäure	80
	Kali	100
	Stickstoff	25
	bez. Chilisalpeter	160.

Soll der Weinberg ausschließlich mit künstlichem Dünger, also niemals mit Stallmist gedüngt werden, so sei die für das 4. Jahr vorgeschriebene Düngung als eine jährlich zu wiederholende empfohlen.

Bezüglich einer Abweichung von vorstehender Normaldüngung, wie sie je nach den speciellen Verhältnissen als nothwendig anzusehen ist, sei hauptsächlich das Folgende berücksichtigt:

Je tiefer und feuchter der Weinberg liegt, um so mehr ist die Salpetergabe in der Düngung zu beschränken; je höher und trockener dagegen die Lage ist, um so mehr darf man die Phosphorsäure- und Kalidüngung durch eine reichliche Zugabe von Chilisalpeter unterstützen. Je kräftiger ferner der Holztrieb ist, um so mehr muß der Phosphorsäuredüngung das Uebergewicht gegeben werden und umgekehrt — je schwächer das Holz, um so mehr darf man durch gesteigerte Salpeterdüngung die Rebstöcke zu kräftigerer Entwicklung anreizen.

H. Die Düngung der Obstbäume.

Wie für den Rebstock, so sind auch für die Obstbäume die künstlichen Düngemittel von großer Bedeutung. Die

weitaus meisten Obstbäume befinden sich in einem ungemein schlecht ernährten Zustande, sie sind in Folge dessen nicht nur arm an Erträgen, sondern leiden zugleich auch weit mehr durch eintretende Trockenheit, durch plötzlichen Witterungswechsel, durch Insekten und allerlei Krankheiten, als es bei besserer Ernährung der Fall sein würde. Je kräftiger ein Baum ernährt ist, je thätiger seine Organe sind, um so größeren Widerstand setzt er allen störenden Einflüssen entgegen und um so größer ist seine Fähigkeit, entstandene Schäden alsbald wieder auszugleichen.

Auch hier ist es wiederum der Chilisalpeter, der namentlich durch seine den Tiefgang der Pflanzenwurzeln befördernde Wirkung von ganz hervorragender Bedeutung ist. Es sei die folgende Düngung empfohlen:

Im November bestreue man die von der Baumkrone überdeckte Bodenfläche bis etwa 1/2 Meter über die äußersten Zweigspitzen hinaus mit einer Mischung von 1 Theil 50%igem Chlorkalium und 1 Theil 20%igem Superphosphat, spate den Boden um und streue auf die rauh liegen gebliebene Erde im Februar Chilisalpeter. Von der Kali-Superphosphatmischung verwende man etwa 6 Kilo und vom Chilisalpeter auf trockenen Lagen 4 Kilo, auf feuchten Lagen 2 Kilo per 100 qm Bodenfläche.

Auf einen ausgewachsenen, gut entwickelten Obstbaum würde hiernach ein Quantum von 1 Kilo der Kali-Superphosphatmischung und durchschnittlich 1/2 Kilo Chilisalpeter kommen.

I. Die Düngung der Gartenpflanzen und der Gemüsearten.

Es ist nicht möglich, für die Düngung jeder einzelnen der vielen Gartengewächse hier eine Anleitung zu geben; wir müssen uns darauf beschränken, über die Behandlung der Hauptgruppen derselben das Folgende kurz zu erwähnen:

Für Zierbäume, Ziersträucher und beerentragende Sträucher verwende man die Düngung, wie sie vorstehend für Obstbäume empfohlen worden ist.

Knollengewächse und kürbisartige Pflanzen (Gurken, Melonen, Speisekürbis), Spargel und Erdbeeren dünge man unter mittleren Bodenverhältnissen mit etwa 200 Kilo Chilisalpeter pro Hektar, steigere diese Düngung eventuell bis zu 400 Kilo und gehe andererseits bis auf 150 Kilo herab, sobald der Boden reich und in kräftigem Düngungszustande ist.

Eine Phosphorsäuredüngung wird in fast allen Fällen beizugeben sein, und von einer Beidüngung mit Chlorkalium darf man sich ebenfalls, insbesondere bei Spargeln und Erdbeeren, gute Erfolge versprechen. Man verwende von diesen Nährstoffen

	als schwache Düngung Kilo p. Hekt.	als mittlere Düngung Kilo p. Hekt.	als starke Düngung Kilo p. Hekt.
wasserlösl. Phosphorsäure	40	50	60
Kali	50	75	100.

Rübenartige Gewächse (Möhren, Kohlrüben, Weißrüben, Schwarzwurzel 2c.) und Zwiebeln dünge man mit Chilisalpeter und Phosphorsäure und gebe

	als schwache Düng. Kilo p. Hekt.	als mittlere Düng. Kilo p. Hekt.	als starke Düng. Kilo p. Hekt.
Chilisalpeter	150	200	400
wasserlösl. Phosphorsäure	40	60	80

Für Erbsen und Bohnen sei eine Düngung von 50 bis 60 Kilo löslicher Phosphorsäure und 70 bis 80 Kilo Kali pro Hektar empfohlen.

Dem Bleich- und Gartenrasen gebe man im Dezember eine Düngung von 40 bis 50 Kilo löslicher Phosphorsäure

und 80 bis 100 Kilo Kali pro Hektar. Im März streue man 100 bis 150 Kilo Chilisalpeter pro Hektar aus und wiederhole diese Salpeterdüngung unmittelbar nach dem Schneiden des Rasens drei bis vier Mal im Laufe des Sommers.

Ein nachtheiliger Einfluß starker Salpeterdüngungen ist bislang bei Salatpflanzen beobachtet worden.

Anhang.

A.

Zusammenstellung der von den einzelnen Forschern, bezw. in den einzelnen Wirthschaften gewonnenen Mittelzahlen über die Erfolge der Salpeterdüngung.

Tabelle 1.

Mehrerträge bei ausschließlicher Salpeterdüngung.

Bei ausschließlicher Stickstoffdüngung haben je 100 Kilo Chilisalpeter die folgenden durchschnittlichen Mehrerträge (gegen ungedüngt) ergeben:

Versuchsansteller, bezw. Referent der Versuche	Siehe Quellen-verzeichniß Nr.	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Mehrertrag durch je 100 kg Chilisalpeter: bei Düngungen bis zu 200 kg pro ha		bei Düngungen von mehr als 200 kg pro ha	
			Körner kg	Stroh kg	Körner kg	Stroh kg
1. Roggen.						
Holdefleiß	1	1	167	—	—	—
v. Schwerin	2	1	101	494	—	—
Birschel-Erlau	3	1	228	—	—	—
do.	3	2	—	—	330	—
R. Heinrich	4	3	—	—	208	422
2. Hafer.						
Märcker	6	1	380	200	—	—
W. C. Müller-Scheffel .	7	1	262	420	—	—
Schultz-Lupitz	8	1	736	744	—	—
Holdefleiß	9	1	361	—	—	—
Massenbach	10	3	103	203	—	—
do.	10	1	—	—	147	151
Beseler & Märcker . . .	11	2	365	537	—	—
do.	11	2	—	—	321	322
Landw. Verein Seehausen .	12	3	219	295	—	—
do.	12	2	—	—	244	281
Emmerling	13	3	—	—	244	354
Pietrusky	14	3	699	1424	—	—
Breuning	15	1	150	90	—	—
Jenssen	16	1	266	468	—	—
Märcker	17	10	519	735	—	—
do.	17	9	367	715	—	—
do.	17	4	644	978	—	—
Lawes & Gilbert . . .	53	5	—	—	179	335
do.	53	4	—	—	140	201

Versuchsansteller, bezw. Referent der Versuche	Siehe Quellenverzeichniß Nr.	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Mehrertrag durch je 100 kg Chilisalpeter bei Düngungen bis zu 200 kg pro ha		Mehrertrag durch je 100 kg Chilisalpeter bei Düngungen von mehr als 200 kg pro ha	
			Körner kg	Stroh kg	Körner kg	Stroh kg
3. Weizen.						
Lawes & Gilbert . . .	18	33	—	—	101	269
A. Völcker	19	7	—	—	151	328
Märcker	20	5	—	—	264	814
Oldenburg	21	1	371	613	—	—
Massenbach	10	1	220	442	—	—
4. Gerste.						
Holdefleiß	24	1	632	—	—	—
A. Völcker	26	7	—	—	225	386
Emmerling & Loges . .	27	1	168	588	—	—
Bochmann	28	3	161	66	—	—
do.	28	4	214	202	—	—
do.	3	3	155	298	—	—
Wäterling	29	1	66	280	—	—
Klawitter & Walter . .	30	3	264	475	—	—
Döring & Bochmann . .	31	2	346	485	—	—
Massenbach	10	1	514	524	—	—
Märcker	32	12	46	216	—	—
do.	33	2	390	1044	—	—
do.	17	3	—38	151	—	—
do.	17	2	89	275	—	—
do.	17	11	57	420	—	—
do.	17	4	426	139	—	—
Lawes & Gilbert . . .	25	33	—	—	335	420
do.	25	16	—	—	288	479
5. Kartoffeln.			Knollen		Knollen	
Oldenburg	34	1	3267	—	—	—
Holdefleiß	35	1	420	—	—	—
do.	36	1	200	—	—	—
Schultz-Lupitz	37	1	2280	—	—	—
Märcker	38	11	1295	—	—	—
do.	39	12	1246	—	—	—

Versuchsansteller, bezw. Referent der Versuche	Siehe Quellenverzeichniß Nr.	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Mehrertrag durch je 100 kg Chilisalpeter			
			bei Düngungen bis zu 200 kg pro ha		bei Düngungen von mehr als 200 kg pro ha	
			Knollen kg		Knollen kg	
Märcker	39	15	—	—	900	—
Lawes & Gilbert . . .	68	9	—	—	308	—
6. Zuckerrüben.			Rüben	Zucker	Rüben	Zucker
Holdefleiß	40	1	1550	—	—	—
Tschuschke	41	1	760	133	—	—
Märcker	42	1	—	—	2905	—
do.	43	5	940	116	—	—
Deherain	44	3	—	—	487	1
Drechsler	45	1	—	—	1776	—
Breymann	46	1	4800	295	—	—
do.	46	1	—	—	1230	222
Lawes & Gilbert. . . .	47	3	—	—	4876	418
7. Futterrüben.						
Märcker	48	3	3873	—	—	—
Lawes & Gilbert . . .	61	9	—	—	3020	—
8. Raps.					Samen hl	Samen kg
Reinders	49	1	—	—	3,1	—
Huizinga	49	1	—	—	5,6	—
Pietrusky	50	1	—	—	2,8	400
9. Pferdebohne (Vicia Faba).			Körner kg	Stroh kg	Körner kg	Stroh kg
Petermann	51	1	—	—	188	—
10. Türk. Prunkbohne (Phaseolus).						
Märcker	52	1	71	75	—	—
11. Wiesen.	b					Heu
Lawes & Gilbert . . .	72	8	—	—	—	468
do.	72	18	—	—	—	250
do.	72	20	—	—	—	441

Tabelle 2.

Mehrerträge bei nicht ausschließlicher Salpeterdüngung.

a) Unter Beidüngung von Phosphorsäure haben je 100 kg Chilisalpeter die folgenden durchschnittlichen Mehrerträge (gegen stickstofffreie Phoshporsäuredüngung) ergeben:

Versuchsansteller, bezw. Referent der Versuche	Siehe Quellenverzeichniß Nr.	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Mehrertrag durch je 100 kg Chilisalpeter: bei Düngungen bis zu 200 kg pro ha		Mehrertrag durch je 100 kg Chilisalpeter: bei Düngungen von mehr als 200 kg pro ha	
			Körner kg	Stroh kg	Körner kg	Stroh kg
1. Roggen.						
von Schwerin	2	1	284	870	—	—
2. Hafer.						
Holdefleiß	9	1	310	—	—	—
Lawes & Gilbert . . .	53	5	—	—	210	424
do.	53	4	—	—	197	313
3. Weizen.						
A. Völcker	19	7	—	—	308	319
Lawes & Gilbert . . .	18	33	—	—	217	566
M. H. Jordan	54	1	161*)	406	—	—
do.	54	2	—	—	21*)	138
4. Gerste.						
A. Völcker	26	7	—	—	447	686
Holdefleiß	24	1	220	—	—	—
Wäterling	29	3	272	474	—	—
Döring & Bochmann . .	31	1	504	768	—	—
Lawes & Gilbert . . .	25	16	—	—	492	662
5. Kartoffeln.			Knollen		Knollen	
Lawes & Gilbert . . .	68	9	—	—	1250	—
Holdefleiß	36	1	—	—	550	—
Märcker	39	8	1432	—	—	—
6. Zuckerrüben.					Rüben kg	Zucker kg
Petermann	55	1	—	—	2953	337
do.	56	1	—	—	3457	355

*) 1 hl wurde zu 75 kg angenommen.

Versuchsansteller, bezw. Referent der Versuche	Siehe Quellenverzeichniß Nr.	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Mehrertrag durch je 100 kg Chilisalpeter bei Düngungen bis zu 200 kg pro ha		Mehrertrag durch je 100 kg Chilisalpeter bei Düngungen von mehr als 200 kg pro ha	
			Rüben kg	Zucker kg	Rüben kg	Zucker kg
Drechsler	57	1	—	—	3375	320
do.	57	1	—	—	1864	55
do.	58	1	5790	894	—	—
do.	58	1	3057	397	—	—
do.	59	1	1750	322	—	—
do.	59	1	1875	286	—	—
Tschuschke	41	1	830	96	—	—
Märcker	60	9	2330	—	—	—
do.	60	9	—	—	2530	—
do.	60	9	—	—	2800	—
do.	60	9	—	—	2575	—
do.	42	1	—	—	4205	—
Holdefleiß	40	1	3660	—	—	—
Lawes & Gilbert . . .	47	3	—	—	5353	542
do.	47	3	—	—	4962	532
Deherain	44	2	—	—	1125	144
7. Wiesen.					Heu	
Lawes & Gilbert . . .	72	20	—	—	426	—
do.	72	20	—	—	441	—
8. Futterrüben.					Rüben	
Lawes & Gilbert . . .	61	9	—	—	5271	—
do.	61	9	—	—	4056	—

b) Im Vergleich zu einer Düngung von 200 kg Chilisalpeter pro ha (neben Phosphorsäuredüngung) sind bei einer weiteren Steigerung der Salpeterdüngung bis zu 400 kg pro ha die folgenden Mehrerträge durch je 100 kg Chilisalpeter erzielt worden:

Versuchsansteller, bezw. Referent der Versuche	Siehe Quellenverzeichniß Nr.	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Mehrertrag durch je 100 kg Chilisalpeter			
			bei Düngungen bis zu 200 kg pro ha		bei Düngungen von mehr als 200 kg pro ha	
Zuckerrüben.			Rüben kg	Zucker kg		
Märcker	43	5	540	—9	—	—
do.	43	6	2900	+336	—	—
do.	43	3	1500	+161	—	—
do.	60	9	2870	—	—	—
do.	60	9	2600	—	—	—

c) Im Vergleich zu einer Düngung von 400 kg Chilisalpeter pro ha (neben Phosphorsäuredüngung) sind bei einer weiteren Steigerung der Salpeterdüngung bis zu 600 kg pro ha die folgenden Mehrerträge durch je 100 kg Chilisalpeter erzielt worden:

Märcker	60	9	1225	—	—	—
do.	60	9	725	—	—	—

Tabelle 3.

Mehrerträge der Salpeterdüngung nach frischer Stallmistdüngung.

Nach vorausgegangener frischer Stallmistdüngung haben je 100 kg Chilisalpeter durchschnittlich die folgenden Mehrerträge geliefert:

1. Zuckerrüben.						
Holdefleiß	71	1 *)	2170	—	—	—
Lawes & Gilbert . . .	47	3	—	2933	—	—
do.	47	3 **)	—	3486	—	—
2. Kartoffeln.						
Märcker	39	13	763	—	—	—
Lawes & Gilbert . . .	68	9	—	897	—	—
3. Futterrüben.						
Lawes & Gilbert . . .	61	9	—	2286	—	—

*) Das Feld hatte im Herbst eine Stallmistdüngung von 48000 kg pro ha erhalten, war dann mit Raps bestellt, dieser winterte aus, und das Feld mußte umgepflügt werden.

**) Unter Beigabe von 70 kg löslicher Phosphorsäure pro ha.

Tabelle 4.

Mehrerträge der Salpeter- + Phosphatdüngung.

Je 100 kg Chilisalpeter lieferten unter Beidüngung von Phosphaten die folgenden durchschnittlichen Mehrerträge gegen ungedüngt *):

Versuchsansteller, bezw. Referent der Versuche	Siehe Quellen-verzeichniß Nr.	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Mehrerträge durch je 100 kg Chilisalpeter			
			bei Düngungen bis zu 200 kg pro ha		bei Düngungen von mehr als 200 kg pro ha	
			Körner kg	Stroh kg	Körner kg	Stroh kg
1. Roggen.						
Holdefleiß	1	1	347	—	—	—
Lott & König	5	1	216	540	—	—
2. Hafer.						
Märcker	6	1	420	240	—	—
do.	17	10	639	1067	—	—
do.	17	9	675	1121	—	—
do.	17	4	803	1244	—	—
Müller-Scheffel	7	1	487	607	—	—
Schultz-Lupitz	8	1	1228	1572	—	—
Holdefleiß	9	1	360	—	—	—
Beseler & Märcker . . .	11	4	468	456	410	416
Lawes & Gilbert . . .	53	5	—	—	243	482
do.	53	4	—	—	191	318
3. Weizen.						
Lawes & Gilbert . . .	18	33	—	—	241	601
A. Völcker	19	7	—	—	327	376
Oldenburg	21	1	780	1129	—	—
W. H. Jordan	54	1	534	957	—	—
do.	54	2	—	—	170	352

*) Zur Aufstellung dieser Tabelle sahen wir uns durch die zahlreichen in der Litteratur bekannt gegebenen Versuche veranlaßt, bei welchen keine Vergleichsversuche mit ausschließlicher Phosphorsäuredüngung ausgeführt waren.

Versuchsansteller, bezw. Referent der Versuche	Siehe Quellenverzeichniß Nr.	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Mehrertrag durch je 100 kg Chilisalpeter: bei Düngungen bis zu 200 kg pro ha		bei Düngungen von mehr als 200 kg pro ha	
4. Gerste.			Körner kg	Stroh kg	Körner kg	Stroh kg
A. Völcker	26	7	—	—	345	584
Lawes & Gilbert . . .	25	16	—	—	579	719
Holdefleiß	24	1	440	—	—	—
Döring & Bochmann . .	31	1	400	624	—	—
Märcker	32	12	408	468	—	—
do.	33	2	554	1143	—	—
do.	17	3	428	781	—	—
do.	17	2	678	857	—	—
do.	17	11	639	828	—	—
do.	17	4	476	447	—	—
5. Kartoffeln.			Knollen kg		Knollen kg	
Märcker	63	1	1600	—	—	—
do.	63	2	—	—	763	—
do.	38	11	1460	—	—	—
do.	39	12	1226	—	—	—
do.	39	6	1526	—	—	—
do.	39	8	2864	—	—	—
do.	39	13	—	—	1098	—
Schultz-Lupitz	37	1	1764	—	—	—
Oldenburg	34	1	4492	—	—	—
Holdefleiß	35	1	470	—	—	—
do.	36	1	100	—	—	—
Lawes & Gilbert . . .	68	9	—	—	2025	—
6. Zuckerrüben.			Rüben kg	Zucker kg	Rüben kg	Zucker kg
Petermann	55	1	—	—	3112	1150
Drechsler	57	1	—	—	7106	748
do.	57	1	—	—	3730	268
do.	58	1	4278	743	2302	317
do.	59	1	6250	807	4125	528

Versuchsansteller, bezw. Referent der Versuche	Siehe Quellenverzeichniß Nr.	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Mehrertrag durch je 100 kg Chilisalpeter			
			bei Düngungen bis zu 200 kg pro ha		bei Düngungen von mehr als 200 kg pro ha	
			Rüben kg	Zucker kg	Rüben kg	Zucker kg
Tschuschke	41	1	1160	163	—	—
Holdefleiß	40	1	3830	—	—	—
Märcker	42	1	—	—	4505	—
Lawes & Gilbert . . .	47	3	—	—	4993	502
do.	47	3	—	—	4374	458
Heine	64	4	—	—	8765	—
Deherain	44	1	—	—	1000	—
Breymann	46	1	2190	—	—	—
7. Futterrüben.						
Märcker	48	3	—	—	6180	—
Lawes & Gilbert . . .	61	9	—	—	5493	—
do.	61	9	—	—	4083	—
8. Türk. Prunkbohnen (Phaseolus).			Körner kg	Stroh kg		
Märcker	52	1	163	60	—	—
9. Wiesen.						Heu
Lawes & Gilbert . . .	72	20	—	—	—	674
do.	72	20	—	—	—	936

Tabelle 5.
Mehrerträge der Salpeterdüngung im Vergleich zur Ammoniaksalzdüngung.

Der Ertrag von je 100 kg Chilisapeter hat den Ertrag der entsprechenden Menge Ammoniaksalz (75 kg) im Durchschnitt überstiegen um:

Versuchsansteller, bezw. Referent der Versuche	Siehe Quellenverzeichniß Nr.	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Körner ± kg	Stroh ± kg
1. Roggen.				
Heinrich	4	3	+63	+130
Lott & König	5	1	+168	+168
2. Hafer.				
Heiden	22	1	+361	+834
Lawes & Gilbert . . .	53	5	+ 0	— 19
do.	53	5	— 22	—120
do.	53	4	— 45	—117
do.	53	4	—131	—230
3. Weizen.				
A. Völcker	19	7	+ 10	+ 71
do.	19	7	— 31	+ 19
Lawes & Gilbert . . .	18	33	+ 31	+161
do.	18	33	+ 27	+112
Märcker	20	5	+ 69	+251
W. H. Jordan	54	3	+ 42	+114
4. Gerste.				
Holdefleiß	24	1	+392	—
do.	24	1	+100	—
Völcker	26	7	+ 20	+123
do.	26	7	— 23	+ 75
Lawes & Gilbert . . .	25	16	+ 43	+102
do.	25	33	+ 91	+163
do.	25	16	+ 33	+ 53
5. Kartoffeln.			Knollen	
Märcker	39	18	+251	—
Lawes & Gilbert . . .	68	9	+209	—

Versuchsansteller, bezw. Referent der Versuche	Siehe Quellenverzeichniß Nr.	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Knollen ± kg	Stroh ± kg
Lawes & Gilbert . . .	68	9	— 53	—
Holdefleiß	35	1	—1300	—
do.	36	1	— 650	—
do.	36	1	—1750	—
P. Wagner	69	1	+ 920	—
6. Zuckerrüben.				
Lawes & Gilbert . . .	47	3	+2385	—
do.	47	3	+1615	—
Drechsler	57	1	+3616	—
Märcker	74	20	+ 920	—
do.	74	20	+1510	—
do.	74	20	+ 298	—
do.	70	8	+ 495	—
do.	73	23	+ 950	—
Holdefleiß	71	1	+3300	—
do.	40	1	— 80	—
do.	40	1	+1490	—
Deherain	44	5	+ 764	—
Breymann	46	1	+1500	—
Heine	64	1	+ 375	—
H. Schultze	76	27	+ 515	—
Lawes & Gilbert . . .	47	3	+ 588	—
do.	47	3	+1133	—
do.	47	3	+2372	—
7. Wiesen.			Heu	
Lawes & Gilbert . . .	72	18	+ 179	—
do.	72	20	+ 117	—
8. Futterrüben.			Knollen	
Lawes & Gilbert . . .	61	9	+2090	—
do.	61	9	+3938	—
do.	61	9	+ 938	—
do.	61	9	— 90	—

Tabelle 6.

Der Zuckergehalt der Rüben nach Stickstoffdüngung

a) Der procentische Zuckergehalt des Rübensaftes hat gegen stickstofffreie Düngung sich verändert um ± %:

Versuchsansteller, bezw. Referent der Versuche	Siehe Quellen-verzeichniß Nr.	Anzahl der zur Berechnung ge-zogenen Versuche	Stickstoff in Form von Salpeter gegeben, pro ha, bis 60 kg	Stickstoff in Form von Salpeter gegeben, pro ha, über 60 kg	Stickstoff in Form von Ammoniak gegeben, pro ha, bis 60 kg	Stickstoff in Form von Ammoniak gegeben, pro ha, über 60 kg
			± %	± %	± %	± %
Petermann . . .	55	1	+0,28	—	—	—
do.	56	1	—0,96	—	—	—
Drechsler . . .	58	2	—0,25	—	—	—
do.	59	2	—0,12	—	—	—
do.	57	1	—0,30	—1,28	+0,68	—
Tschuschke . . .	41	1	+0,11	—	—	—
do.	41	1	—0,21	—	—	—
Heine, Emersleben	65	1	—1,00	—	—0,50	—
Märcker	67	24	+0,2	—0,6	+0,4	—
do.	67	24	+0,05	—	+0,4	—
do.	67	24	—0,2	—0,1	+0,1	—
do.	67	24	—	—	± 0	—
do.	43	5	—0,3	—	—	—
Lawes & Gilbert .	47	15	—	—2,00	—	—1,19
Deherain . . .	44	2	—	±0,0	—	—0,1
H. Schultze . .	83	27	—	—0,09	—	+0,04

b) Der procentische Zuckergehalt des Rübensaftes hat bei Düngung von 400 kg Chilisalpeter im Vergleich zur Düngung von 200 kg Chilisalpeter pro ha sich verändert um ± %:

Märcker	43	9	—1,1	—	—	—
do.	43	5	± 0	—	—	—
do.	43	6	—0,4	—	—	—
do.	43	2	—0,2	—	—	—

Tabelle 7.

Der Proteingehalt der Erntemasse nach Salpeterdüngung.

Der procentische Proteingehalt der Erntemasse hat nach Salpeterdüngung im Vergleich zu stickstofffreier Düngung sich verändert um ± %:

Versuchsansteller, bezw. Referent der Versuche	Siehe Quellenverzeichniß Nr.	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Körner Protein ± %	Stroh Protein ± %
1. **Gerste.** Emmerling & Loges	27	1	+1,1	—
2. **Roggen.** Lott & König .	5	2	+0,7	+0,1
3. **Hafer.** Beseler & Märcker	11	12	+1,0	+0,2

Tabelle 8.

Das Hektolitergewicht der Körner nach Stickstoffdüngung.

a) Das Hektolitergewicht der Körner hat gegen stickstofffreie Düngung sich verändert um ± kg:

			Salpeter	Ammoniak
1. **Weizen.** A. Völcker . .	19	7	+1,1	+1,4
Lawes & Gilbert	18	33	—	+0,6
do.	18	33	+0,0	+0,9
do.	18	33	—	+0,8
2. **Gerste.** Lawes & Gilbert	25	33	—	+1,1
do.	25	16	+1,9	—
A. Völcker . .	26	7	+1,2	+3,3
3. **Hafer.** Lawes & Gilbert	53	5	+0,9	+2,5
do.	53	4	+3,2	+4,9

b) Das Hektolitergewicht der Körner hat bei einseitiger Stickstoffdüngung im Vergleich zu ungedüngt sich verändert um ± kg:

1. **Hafer.** Schultz-Lupitz .	8	1	+2,4	—
Lawes & Gilbert	53	5	+2,3	+2,7
do.	53	4	+0,4	+2,5
2. **Weizen.** Lawes & Gilbert	18	33	—1,5	—0,8
A. Völcker . .	19	7	—2,0	+0,5
3. **Gerste.** Lawes & Gilbert	25	33	+0,4	+0,0
do.	25	16	+0,0	—
A. Völcker . .	26	7	—2,0	+0,1

Tabelle 9.

Verhältniß zwischen Stroh und Körner nach Anwendung von Stickdoffdüngern.

Auf je 100 Gewichtstheile Stroh kommen Gewichtstheile Körner:

Versuchsansteller, bezw. Referent der Versuche	Siehe Quellenverzeichniß Nr.	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Bei ungedüngt	Bei Stickstoffdüngung ohne Phosphorsäure		Bei Phosphorsäuredüngung ohne Stickstoff	Bei Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung	
				Salp.	Amnk.		Salp.	Amnk.
1. Roggen.								
Lott & König . . .	5	1	57	—	—	—	54	51
v. Schwerin	2	1	39	36	—	56	46	—
Heinrich	4	3	72	59	61	—	—	—
2. Hafer.								
Märcker	6	1	79	96	—	—	97	—
do.	17	10	60	62	—	60	60	—
do.	17	9	75	68	—	75	69	—
do.	17	4	80	76	—	80	75	—
Schultz-Lupitz	8	1	83	88	—	—	81	—
Müller-Scheffel . . .	7	1	69	67	—	—	74	—
Heiden	22	1	76	—	—	—	71	74
Beseler & Märcker . .	11	4	63	69	—	—	—	—
do.	11	8	—	—	—	—	94	—
Massenbach	10	1	77	—	—	—	—	—
do.	10	4	—	75	—	—	—	—
Emmerling	13	3	86	82	—	—	—	—
Verein Seehausen . .	12	5	63	66	—	—	—	—
Pietrusky	14	1	54	—	—	—	—	—
do.	14	3	—	53	—	—	—	—
Breuning	15	1	50	54	—	—	—	—
Jenssen	16	1	73	68	—	—	—	—
Lawes & Gilbert . .	53	5	58	55	53	57	52	47
do.	53	4	64	67	61	60	61	60
3. Weizen.								
Oldenburg	21	1	51	53	—	—	53	—

Versuchsansteller, bezw. Referent der Versuche	Siehe Quellenverzeichniß Nr.	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Bei ungedüngt	Bei Stickstoffdüngung ohne Phosphorsäure		Bei Phosphorsäuredüngung ohne Stickstoff	Bei Stickstoff- und Phosphorsäuredüngung	
				Salp.	Amnk.		Salp.	Amnk.
Massenbach	10	1	51	50	—	—	—	—
Lawes & Gilbert . .	18	66	—	—	—	—	—	54
do.	18	33	60	47	54	61	45	51
A. Völcker	19	7	49	48	52	48	48	49
4. Gerste.								
Märcker	32	12	76	70	—	—	78	—
do.	33	2	80	65	—	—	68	—
do.	17	3	91	63	—	91	80	—
do.	17	2	79	63	—	79	80	—
do.	17	11	70	62	—	78	77	—
do.	17	4	67	71	—	67	73	—
do.	17	10	60	62	—	60	60	—
do.	17	9	75	68	—	75	69	—
do.	17	4	80	76	—	80	75	—
Emmerling & Loges . .	27	1	63	54	—	—	—	—
Lawes & Gilbert . .	25	33	83	79	84	95	—	88
A. Völcker	26	7	83	74	82	79	72	78
Wäterling	29	1	86	73	—	85	—	—
do.	29	3	—	—	—	—	75	—
Massenbach	10	1	80	88	—	—	—	—
Klawitter & Walter .	30	2	65	62	—	—	—	—
do.	30	2	79	65	79	75	61	77
Döring & Bochmann .	31	1	68	69	—	67	67	—
Bochmann	28	3	87	80	—	—	—	—
Lawes & Gilbert . .	25	33	—	—	—	93	—	—
do.	25	16	—	81	—	—	82	—

B.

Zusammenstellung der Gesammt-Mittelergebnisse aller zur Berechnung gezogenen Versuche über die Erfolge der Salpeterdüngung.

(Berechnet aus den Tabellen 1 bis 9 S. 87 bis 102.)

Tabelle I.

Mehrerträge bei ausschließlicher Salpeterdüngung.

Bei ausschließlicher Stickstoffdüngung haben je 100 kg Chilisalpeter die folgenden durchschnittlichen Mehrerträge gegen ungedüngt ergeben:

	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Bei Salpetergaben bis zu 200 kg pro ha		Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Bei Salpetergaben über 200 kg pro ha	
		Körner bezw. Knollen oder Wurzeln	Stroh bezw. Heu		Körner bezw. Knollen oder Wurzeln	Stroh bezw. Heu
		kg	kg		kg	kg
Roggen	3	165	494	5	256	422
Hafer	40	432	678	17	204	288
Weizen	2	295	527	45	125	338
Gerste	53	158	324	56	308	432
Kartoffeln . . .	27	1309	—	24	678	—
Zuckerrüben . . .	8	1563	—	9	2444	—
Futterrüben . . .	3	3873	—	9	3020	—
Raps	—	—	—	3	247	400
Pferdebohne (Phaseolus)	—	—	—	1	188	—
Türk. Bohne (Vicia Faba)	1	71	75	—	—	—
Wiesen	—	—	—	46	—	370

	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	bei Salpetergaben bis zu 400 kg p. ha	
		Körner bezw. Knollen oder Wurzeln	Stroh bezw. Heu
Roggen	8	222	440
Hafer	57	364	559
Weizen	47	134	346
Gerste	109	235	386
Kartoffeln . . .	51	1012	—
Zuckerrüben . . .	17	2029	—
Futterrüben . . .	12	3233	—
Raps	3	247	400
Pferdebohne . . .	1	188	—
Türk. Bohne . .	1	71	75
Wiesen	46	—	370

Tabelle II.

Mehrerträge bei nicht ausschließlicher Salpeterdüngung.

a) Unter Beidüngung von Phosphorsäure haben je 100 kg Chilisalpeter die folgenden durchschnittlichen Mehrerträge (gegen stickstofffreie Phosphorsäuredüngung) ergeben:

	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Mehrertrag an Körnern bezw. Knollen und Wurzeln	Stroh bezw. Heu
Roggen	1	284	870
Hafer	10	214	374
Weizen	43	221	502
Gerste	28	447	650
Kartoffeln	18	1292	—
Zuckerrüben . . .	55	2416	—
Wiesenheu	40	—	433
Futterrüben . . .	18	4663	—

b) Im Vergleich zu einer Düngung von 200 kg Chilisalpeter pro ha (neben Phosphorsäuredüngung) ist bei einer weiteren Steigerung der Salpeterdüngung bis zu 400 kg pro ha der folgende Mehrertrag durch je 100 kg Chilisalpeter erzielt worden:

Zuckerrüben:

2320 kg im Mittel aus 31 Versuchen.

c) Im Vergleich zu einer Düngung von 400 kg Chilisalpeter pro ha (neben Phosphorsäuredüngung) ist bei einer weiteren Steigerung der Salpeterdüngung bis zu 600 kg pro ha der folgende Mehrertrag durch je 100 kg Chilisalpeter erzielt worden:

Zuckerrüben:

975 kg im Mittel aus 18 Versuchen.

Tabelle III.

Mehrerträge der Salpeterdüngung nach frischer Stallmistdüngung.

Nach vorausgegangener frischer Stallmistdüngung haben je 100 kg Chilisalpeter durchschnittlich die folgenden Mehrerträge geliefert:

	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Mehrertrag an Knollen
Kartoffeln	22	817
Zuckerrüben . . .	7	3062
Futterrüben . . .	9	2286

Tabelle IV.

Mehrerträge der Salpeter- + Phosphorsäuredüngung.

Je 100 kg Chilisalpeter lieferten unter Beidüngung von Phosphaten die folgenden durchschnittlichen Mehrerträge gegen ungedüngt:

	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Körner bezw. Knollen und Wurzeln	Stroh bezw. Heu
Roggen	2	281	540
Hafer	44	537	823
Weizen	44	270	574
Gerste	59	510	673
Kartoffeln	66	1594	—
Zuckerrüben . . .	22	4852	—
Futterrüben . . .	21	4986	—
Türk. Bohne . . .	1	163	60
Wiesenheu	40	—	805

Tabelle V.

Mehrerträge der Salpeterdüngung im Vergleich zur Ammoniaksalzdüngung.

Der Ertrag von je 100 kg Chilisalpeter hat den Ertrag der entsprechenden Menge Ammoniaksalz (75 kg) im Durchschnitt überstiegen um:

	Anzahl der zur Berechnung gezogenen Versuche	Körner bezw. Wurzeln und Knollen	Stroh bezw. Heu
Roggen	4	89	139
Hafer	19	— 23	— 65
Weizen	88	25	127
Gerste	81	57	117
Kartoffeln	36	164	—
Zuckerrüben . . .	144	920	—
Wiesen	38	—	146
Raps	2	2,44 hl	—
Futterrüben . . .	36	1739	—

Tabelle VI.

Der Zuckergehalt der Rüben nach Stickstoffdüngung.

a) Der procentische Zuckergehalt des Rübensaftes hat gegen stickstofffreie Düngung sich verändert um $\pm$ %:

		Mittel aus Versuchen
1. Bei Salpeterdüngung bis zu 60 kg Stickstoff pro ha	— 0,25 %	86
2. Bei Salpeterdüngung über 60 kg Stickstoff pro ha	— 0,54 %	93
3. Bei Ammoniakdüngung bis zu 60 kg Stickstoff pro ha	+ 0,22 %	98
4. Bei Ammoniakdüngung über 60 kg Stickstoff pro ha	— 0,38 %	44

b) Der procentische Zuckergehalt des Rübensaftes hat bei Düngung von 400 kg Chilisalpeter im Vergleich zur Düngung von 200 kg Salpeter pro ha sich verändert um:

— 0,58 % im Mittel aus 22 Versuchen.

Tabelle VII.

Der Proteingehalt der Erntemasse nach Salpeterdüngung.

Der procentische Proteingehalt der Erntemasse hat nach Salpeterdüngung im Vergleich zu stickstofffreier Düngung sich verändert um $\pm$ %:

Gerste, Weizen, Hafer:
- bei den Körnern um + 0,96 % im Mittel aus 15 Versuchen,
- beim Stroh um + 0,18 % im Mittel aus 14 Versuchen.

Tabelle VIII.

Das Hektolitergewicht der Körner nach Stickstoffdüngung.

a) Das Hektolitergewicht der Körner hat gegen stickstofffreie Düngung sich verändert um $\pm$ kg:

Gerste, Weizen, Hafer:
- bei Salpeteterdüngung um + 0,87 kg im Mittel aus 72 Versuchen,
- bei Ammoniakdüngung um + 1,14 kg im Mittel aus 155 Versuchen.

b) Das Hektolitergewicht der Körner hat bei einseitiger Stickstoffdüngung im Vergleich zu ungedüngt sich verändert um $\pm$ kg:

Weizen, Hafer, Gerste:
- bei Salpeterdüngung um — 0,46 kg im Mittel aus 106 Versuchen,
- bei Ammoniakdüngung um + 0,01 kg im Mittel aus 89 Versuchen.

Tabelle IX.
Verhältniß zwischen Stroh und Körnern nach Anwendung von Stickstoffdüngung.

Auf je 100 Gewichtstheile Stroh kommen Gewichtstheile Körner:

	Roggen		Hafer		Weizen		Gerste	
		Mittel aus Versuchen		Mittel aus Versuchen		Mittel aus Versuchen		Mittel aus Versuchen
ungedüngt	**62**	5	**67**	52	**57**	42	**76**	108
Salpeterdüngung . .	**53**	4	**66**	56	**47**	42	**72**	124
Ammoniakdüngung . .	**61**	3	**56**	9	**53**	40	**83**	42
Phosphorsäuredüngung	**56**	1	**66**	32	**58**	40	**84**	120
Phosphorsäure + Salpeter . .	**50**	2	**70**	44	**45**	41	**73**	86
Phosphorsäure + Ammoniak . .	**51**	1	**54**	10	**52**	106	**85**	42

C.

Quellenverzeichniß.

Nr.
1. Der Landwirth. 1881. S. 51.
2. Landw. Zeitschrift des Baltischen Centralvereins. 1879. S. 28.
3. Landw. Centralblatt für Posen. 1877. S. 36.
4. Mecklenb. Landw. Annalen. 1877. S. 385.
5. Landw. Zeitschrift für Westfalen und Lippe. 1877.
6. Zeitschrift für die Prov. Sachsen. 1881.
7. Landw. u. Forstw. Vereinsblatt f. Lüneburg. 1880. S. 157.
8. Landw. Jahrbücher. 1881. S. 838.
9. Der Landwirth. 1881. S. 51.
10. Landw. Centralblatt für Posen. 1877. S. 36.
11. Zeitschrift des landw. Vereins f. d. Prov. Sachsen. 1880 u. 1881.
12. Zeitschrift des landw. Vereins f. d. Prov. Sachsen. 1884. S. 145.
13. Mittheilungen aus der Land- und Milchwirthschaftlichen Versuchsstation Kiel. 1884.
14. Landw. Jahrbücher. 1873.
15. Landw. Zeitschrift für Cassel. 1879. S. 628.
16. Nordd. Landwirth. 1877. S. 281.
17. Zeitschrift für Spiritusindustrie. 1883.
18. Memoranda of the results of the fields etc. Juni 1885.
19. The Journal of the Royal agricultural Society of England. 1878—1884.
20. Magdeburger Zeitung. 1883. S. 39.
21. Der Norddeutsche Landwirth. 1881. S. 40.
22. Sächs. Landw. Zeitschrift. 1879. S. 258.
23. Zeitschrift f. d. Landw. Vereine d. Prov. Sachsen. 1881. S. 44.
24. Der Landwirth. 1881. S. 51.

Nr.
25. Memoranda of the results of the field etc. Juni 1885.
26. The Journal of the Royal Society of England. 1878—1884.
27. A. Emmerling u. G. Loges, Mittheilungen der Versuchsstation Kiel. 8. Heft. S. 253.
28. Landw. Centralblatt f. Posen. 1879. S. 15.
29. Braunschw. Landw. Zeitung. 1884. S. 21.
30. Allgemeine Zeitschrift für deutsche Land- und Forstwirthe. 1883. S. 565.
31. Landw. Centralblatt für's Jahr 1878. S. 240.
32. Zeitschrift f. d. Prov. Sachsen. 1881.
33. Zeitschrift f. d. Prov. Sachsen 1881.
34. Der Norddeutsche Landwirth. 1881. S. 40.
35. Der Landwirth. 1885.
36. Der Landwirth. 1881. S. 51.
37. Landw. Jahrbücher. 1881. S. 840.
38. Zeitschrift f. d. Prov. Sachsen. 1881. S. 91.
39. Märcker, Die zweckmäßigste Anwendung der künstlichen Düngemittel für Kartoffeln. 1880.
40. Der Landwirth. 1881. S- 51.
41. Landw. Centralblatt f. Posen. 1882. S. 217.
42. Zeitschrift f. d. Prov. Sachsen. 1881. S. 40.
43. Magdeburg. Zeitung. 1884. Nr. 51 u. 61.
44. Annales agronomiques. 3. Bd. S. 75.
45. Journal f. Landwirthschaft. 1879. S. 1.
46. Zeitschrift des Vereins f. Rübenzuckerindustrie des deutschen Reiches. Bd. 24. S. 37.
47. Lawes & Gilbert, Memoranda of the results etc. Juni 1885.
48. Zeitschrift f. d. Prov. Sachsen. 1881. S. 127.
49. Tijdschrift voor Landbouwkunde. 1881. S. 229.
50. Landw. Jahrbücher. Bd. 2. S. 472.
51. A. Petermann, Bull. d. l. stat. agricole de Gembloux. Nr. 23.
52. Zeitschrift f. d. Prov. Sachsen. 1881. S. 133.
53. Lawes & Gilbert, Memoranda of the results of the field etc. Juni 1885.
54. W. H. Jordan, Pensylvania State College Bulletin. 1882. Nr. 1. S. 15.
55. A. Petermann, Bull. de la station agricole de Gembloux Nr. 23.
56. Annales agronomiques. 1882. S. 77.
57. Journal f. Landw. 1881. S. 75.

Nr.
58. Journal f. Landw. 1881. S. 63.
59. Journal f. Landw. 1881. S. 68.
60. Zeitschrift für die Prov. Sachsen. 1881. S. 29.
61. Lawes & Gilbert, Memoranda of the results of the field etc. Juni 1885.
62. The Journal of the Royal agr. Soc. of England.
63. Zeitschrift für Spiritusindustrie. 1883. S. 160.
64. Scheibler's Zeitschrift für Rübenzuckerindustrie. 1881. S. 69.
65. Scheibler's Zeitschrift für Rübenindustrie. 1881. S. 69.
66. Zeitschrift für die Prov. Sachsen. 1880. S. 1.
67. Zeitschrift für die Prov. Sachsen. 1881. S. 39, 42.
68. Lawes & Gilbert, Memoranda of the results of the field etc. Juni 1885.
69. Landw. Jahrbücher. 1883. S. 583.
70. Zeitschrift für die Prov. Sachsen. 1881. S. 134.
71. Der Landwirth. 1881. S. 51.
72. Lawes & Gilbert, Memoranda of the results of the field etc. Juni 1885.
73. Zeitschrift für die Prov. Sachsen. 1881. S. 33.
74. Zeitschrift für die Prov. Sachsen. 1880. S. 1.
75. Zeitschrift für die Prov. Sachsen. 1881. S. 34.
76. Braunschw. landw. Zeitung. 1882. S. 1.
77. Braunschw. landw. Zeitung. 1882. S. 1.
78. Zeitschrift für den landw. Verein in Bayern. 1880. S. 731.
79. Landw. Versuchsstationen. 1884. S. 166.
80. Annales agronomiques 1883. S. 658.
81. Man vergleiche die Quellen Nr. 51, 54, 55, 56, 79 u. 80.
82. Jahresbericht für Agrikulturchemie. 1881. S. 77.
83. Braunschw. landw. Zeitung. 1882. Nr. 1.
84. Briefwechsel zwischen Liebig und Renning. S. 10.
85. Annalen der Landwirthschaft. 1861. Bd. 37. S. 163.
86. Scheibler's Zeitschrift für Rübenindustrie. 1881. S. 69.
87. Braunschw. landw. Zeitung. 1882. Nr. 1.
88. Zeitschrift für die Prov. Sachsen. 1881. S. 45.
89. Landw. Versuchsstationen. 16. Bd. S. 384.
90. Landw. Jahrbücher. 1880. S. 38.
91. Württemberg. Wochenblatt für Land- und Forstwirthe. 1876.
92. v. Liebig, Verhalten der Ackerkrume zu den in Wasser löslichen Nahrungsmitteln der Pflanze. S. 41.

Nr.
93. Landw. Versuchsstationen. 1880. S. 135.
94. Mittheilungen der Versuchsstation Kiel. Heft 8. S. 253.
95. Ad. Mayer, Agrikulturchemie. S. 194.
96. Landw. Jahrbücher. 1880. S. 38.
97. Petermann, Bull. de la station agr. exp. de l'Etat à Nr. 29. Jan. 1884.
98. Allgemeine Brauer= und Hopfenzeitung. 1884. S. 525.
99. Zeitschrift der landw. Vereine für die Prov. Sachsen. 1880. S. 1.
100. Journal für praktische Chemie. 105. Bd. S. 297.

Inhaltsverzeichniß.

I. Die Stickstoffdüngung der Pflanzen unter specieller Berücksichtigung des Chilisalpeters.

II. Anleitung zum praktischen Gebrauch des Chilisalpeters als Düngemittel.

Anhang.